

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт
Уральского отделения Российской Академии наук



Комплексное использование и охрана подземных пространств

Сборник докладов Международной научно-практической конференции,
посвященной 100-летию научной и туристско-экскурсионной деятельности
в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рождения В.С. Лукина

26 – 31 мая 2014 г.
Кунгурская Ледяная пещера, Пермский край, Россия

Пермь, 2014

УДК 551.435.84(063)
ББК 26.823
К 63

Комплексное использование и охрана подземных пространств: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию науч. и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рожд. В.С. Лукина / ГИ УрО РАН; под общ. ред. О. Кадебской, В. Андрейчука. – Пермь, 2014. – 380 с.

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции, которая была посвящена 100-летию научной и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рождения В.С. Лукина (Кунгурская Ледяная пещера, 26-31 мая 2014 г.). На конференции обсуждались вопросы туристического использования пещер, а также вопросы инженерного карстования, работа секций проводилась по нескольким направлениям: подземные пространства как объект комплексного научного изучения (геология, минералогия, экология, гидрология, метеорология, гляциология, биология, археология); проблемы туризма и рекреации на закарстованных территориях; история экскурсионного освоения подземных пространств; охрана карстовых ландшафтов и пещер; проблемы инженерной геологии закарстованных территорий; мониторинг карстовых процессов.

The collection contains materials of International scientific conference, which was dedicated to the 100th anniversary of scientific and tourist-excursion activity in Kungur Ice Cave and V.S. Lukin's 100th birthday anniversary (Kungur Ice Cave, 26-31 May 2014). The issues of tourist use of caves and karst engineering were discussed, work of sections performed in several directions: underground space as an object of study (geology, mineralogy, ecology, hydrology, meteorology, glaciology, biology, archeology); problems of tourism and recreation of karst areas; history of tour exploitation of underground spaces; protection of karst landscapes and caves; problems of Engineering Geology of karst areas; monitoring of karst processes.

Под общей редакцией О. Кадебской (ГИ УрО РАН) и В. Андрейчука (Высшая Государственная Школа им. Я. Павла II в Белой Подляской)

Материалы докладов представлены в авторском варианте

ISBN 978-5-91252-048-8

© Авторы 2014
© ГИ УрО РАН

На обложке фото Маргариты Каринкиной и Ярослава Занды

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
СЕКЦИЯ 1. ПОДЗЕМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА КАК ОБЪЕКТ КОМПЛЕКСНОГО НАУЧНОГО ИЗУЧЕНИЯ	8
Петерс У., Гроос Л., Шафер Ф. Остановка зеленых биопленок – исследования роста и адаптации лампенфлоры при светодиодном освещении в экскурсионных пещерах.....	8
Головачев И.В. Пещеры Северного Прикаспия.....	14
Камалов В.Г., Чванов М.А. Пропасть Сумган (история открытия и исследования).....	25
Мавлюдов Б.Р. О геологии пещерной системы Снежная-Меженного-Иллюзия (Западный Кавказ).....	30
Чайковский И.И. Структурно-тектоническое положение Ледяной горы и Кунгурской Ледяной пещеры.....	39
Кадебская О.И., Калинина Т.А. Литологический разрез Ледяной горы.....	42
Агапов И.А., Ляхницкий Ю.С. Исследование искусственной пещеры Михайло-Афонской Закубанской Пустыни в Адыгее.....	49
Евдокимов С.С., Пирожков С.П. История изучения воклюза Голубое Озеро.....	54
Исаевич А.Г., Трушкова Н.А. Исследование формирования лечебной воздушной среды в естественных карстовых полостях.....	57
Яновская Е.Г., Булатов В.С. Исследования Верхнекотляковского спелестологического блока.....	59
Степанов Ю.И., Тайницкий А.А., Кичигин А.А. Георадарные исследования подземных наледей в пещерах Урала.....	65
Максимович Н.Г., Миночкина Ю.Н. Публикации о Кунгурской Ледяной пещере в сборниках научных трудов «Пещеры».....	68
Ляхницкий Ю.С., Минников О.А., Юшко А.А. Каталог рисунков и знаков пещеры Шульганташ (Каповой).....	73
Потапов С.С., Паршина Н.В., Садыков С.А. Современное минералообразование в Кунгурской Ледяной пещере.....	81
Сорокин С.В., Сорокина И.В., Франц Н.А. Модель динамики уровней подземных вод в пещере Кулогорская-Троя.....	92
Гусев А.С., Мазина С.Е. Результаты индикаторных опытов и движение карстовых вод в южной части Хипстинского массива.....	99
Жакова У.В., Бадино Д., Хмурчик В.Т. Предварительные результаты комплексного исследования озера Черик-Кель проведенного международной экспедицией в 2011-2012 гг.....	107
Митюшева Т.П., Патова Е.Н., Стенина А.С., Шабалина Ю.Н., Семенова Т.М. Карстовые озера Тимана – памятник природы республики Коми.....	113
Попов Ю.В., Цицуашвили Р.А. Минеральные ассоциации физико-химических барьеров в подземных горных выработках Белореченского барит-полиметаллического месторождения (Большой Кавказ).....	119
Ланчава О.А., Цикаришвили К.Д. О необходимости мониторинга благоустроенных карстовых пещер с целью их оптимальной эксплуатации (на примере Новоафонской и Цхалтубской пещер Грузии).....	123
Ланчава О.А., Цикаришвили К.Д. О термоградиентном массопереносе в горном массиве.....	129

Базарова Е.П. Криоминеральные образования пещер Мечта и Ая в Западном Прибайкалье.....	131
СЕКЦИЯ 2. ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ТУРИЗМА И РЕКРЕАЦИИ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	135
Зырянов А.И., Харитонов Н.В., Щепеткова И.О. Принцип региональной ответственности в учебном планировании подготовки бакалавров туризма.....	135
Фаббрикаторе А. Модель пещеры Гротта Гиганте.....	138
Гулько А.А. Музейный комплекс «Ахмет-Тау»: предпосылки создания и перспективы развития.....	144
Грек И.О., Долотов Ю.А., Леонтьев М.В., Яновская Е.Г. Пещерный комплекс Ихлара-2 в долине реки Мелендиз.....	145
Кондратьева С.К. Проблемы и перспективы экскурсионного освоения пещерных комплексов Дивногорья.....	150
Цуба А.В. Саблинский комплексный памятник природы – рекреационная зона.....	154
Полухина А.Н. Проблемы развития кластера экологического туризма в республике Марий Эл.....	158
Абрамова Т.Т., Щуцкая Г.К. Обеспечение сохранности пространства и памятников в подземном археологическом музее г. Москвы (территория музея «Палаты бояр Романовых»).....	163
Коновалова Г.В. Кунгурская ледяная пещера и интуризм.....	167
Гаркач Е.И. Элементы театрализации в современной экскурсии.....	168
Ляхницкий Ю.С. Позитивный опыт организации охраны и регламентированного использования пещер России.....	173
Жалов А.К. Начало истории туристской эксплуатации пещер в Болгарии.....	178
Ширинкин П.С. Легенды Кунгурской ледяной пещеры как мотив и базис для туристского продукта.....	183
Гулько А.А., Долотов Ю.А. Экскурсионная деятельность в искусственных пещерах России.....	190
Фирсова А.В. Пещеры Александровского района и их экскурсионные возможности.....	192
Мичурин С.Б. Опыт организации и проведения туристских маршрутов в необорудованные для посещения пещеры.....	195
Осетрова О.И. Музей карста и спелеологии Горного института УрО РАН. Структура музея, обзор фондов. Фонд В.С. Лукина.....	198
Степина М.М. Геологический аспект в экскурсиях по Ледяной пещере.....	202
Привалова В.П. Кунгурская ледяная пещера в произведениях художественной литературы.....	204
Феденева Е.С. Экскурсовод – профессия или искусство?.....	206
Козлова Н.Н. Чтобы главное не стало заглавным.....	209
Клоков И.Э. Свет во тьме: фотографии Кунгурской пещеры за последние сто лет.....	210
СЕКЦИЯ 3. ИСТОРИЯ ЭКСКУРСИОННОГО ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВ.....	213
Голубек П. Сравнение проблем открытия пещер для общественного посещения на примере пещеры Свободы, 1924 год, и Станишовской пещеры, 2010 год (Словакия, Западные Карпаты, Низкие Татры).....	213
Кранц А.А. История использования пещер Словении.....	215
Долгих Л.А. Кунгурская ледяная пещера в 1941-1945 гг.....	222

Катыгина О.А. Экскурсовод об экскурсоводе. О работе первого экскурсовода А.Т. Хлебникова.....	224
Мещерякова О.Ю. Исследования Кунгурской ледяной пещеры в работах Г.А. Максимовича.....	226
Козлова Н.Н. Открывая старые тетради.....	229
Вольхин И.Л. Историческая реконструкция экскурсии в Кунгурскую ледяную пещеру.....	230
Баранов С.М. Опыт литературно-исторических изысканий по вопросу туристско- экскурсионного освоения пещер Челябинской области (конец XIX – середина XX века).....	236
Горбунов А.А. , Герасимова И.Ю. Ординская пещера: прошлое и будущее.....	242
Михеева Л.С. Как мы работали.....	245
Мавлюдов Б.Р. В.С. Лукин и эволюция представлений о климате пещер.....	248
Степанов Ю.И. Работы Николая Георгиевича Максимовича по карсту и спелеологии (к 60-летию со дня рождения).....	253
СЕКЦИЯ 4. ОХРАНА КАРСТОВЫХ ЛАНДШАФТОВ И ПЕЩЕР.....	263
Жалов А.К., Стаменова М. Карстовые ландшафты и пещеры как часть природного и культурного наследия Болгарии.....	263
Скрипальщикова А.М. Карстовые ландшафты Оренбургской области и их природоохранная роль.....	269
Кузьмина Л.Ю., Галимзянова Н.Ф., Рябова А.С. Пещера Киндерлинская: последствия рекреационного использования и их влияние на микробиоту.....	272
Мазина С.Е., Макаренко М.А., Шестакова С.И. Оценка состояния популяции зеленой водоросли <i>chlorella vulgaris beijerinck</i> в условиях искусственного освещения в экскурсионной пещере Новоафонская (Абхазия).....	281
Абдуллин Ш.Р., Гайнутдинов И.А. Экспериментальное светодиодное освещение экскурсионного маршрута в пещере Шульган-Таш.....	284
СЕКЦИЯ 5. ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	290
Зеркаль О.В., Самарин Е.Н. Инженерно-геологическая оценка проявлений карстово- суффозионных процессов в верхней части геологического разреза на территории г. Москвы.....	290
Толмачев В.В. Оценка карстового риска в свете требований федеральных законов России.....	298
Костарев В.П., Малахов В.Е. Что изменилось, или несколько предложений к выполнению инженерно-геологических изысканий на закарстованных территориях.....	305
Елохина С.Н., Елохин В.А. Прородно-техногенные геологические процессы в подземных пространствах затопленных рудников Урала.....	310
Панчуков Н.П. Создание 3D-модели полостей Кунгурской пещеры.....	316
Турышев А.В. Карстовые и околокарстовые проблемы города Кунгура и других поселений.....	320
Лаврова Н.В. Оценка условий развития карста в Кунгурском районе (на примере автомобильной дороги Зуята-Зарубино).....	322
Ярославцев А.Г., Жикин А.А., Герасимова И.Ю. Высокоразрешающая сейсморазведка на закарстованных территориях.....	327
Абдуллина Р.Н., Гумерова А.Р. Особенности инженерно-геологических изысканий и геотехнического контроля за качеством укрепления грунтов с целью создания надежной защиты зданий и сооружений от карстовых явлений на участках с	

неустойчивой и недостаточно устойчивой категорией относительно карстовых провалов в микрорайоне «Колгуевский» город Уфа Республики Башкортостан.....	334
Гумерова А.Р., Абдулина Р.Н. Особенности инженерно-геологических изысканий на участках с неустойчивой категорией относительно карстовых провалов на примере проектируемого жилого дома литер 52 в микрорайоне «Колгуевский» в Кировском районе городского округа город Уфа Республики Башкортостан.....	344
Мартин В.И., Гурьева Т.Ф. Регулирующая роль карстовых полостей в водохозяйственном балансе аккумуляции, стока и его сработки в зоне подтопления Юмагузинского водохранилища.....	351
СЕКЦИЯ 6. МОНИТОРИНГ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ.....	355
Креницын Р.В., Селин К.В. Система мониторинга массива горных пород в Кунгурской Ледяной пещере.....	355
Давыдько Р.Б. Крупные карстовые провалы на территории Нижегородской области и условия их образования.....	358
Уткин М.М., Давыдько Р.Б. Механизм (стадии) образования крупного карстового провала в р.п. Бутурлино Нижегородской области.....	363
Барабанов В.Л., Зырянов В.Б. О некоторых возможностях мониторинга карстовых систем методами термометрии.....	369
Ланцова И.В., Журавлева Н.А. Комплексный мониторинг карстовых процессов в районах интенсивного развития туризма и рекреации.....	372
Алфавитный указатель имен авторов.....	378

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый вниманию читателей сборник содержит материалы Международной научно-практической конференции, которая была посвящена 100-летию юбилею научной и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рождения В.С. Лукина. Конференция была организована ООО «Сталагмит-Экскурс», Горным институтом УрО РАН и Пермским государственным национальным исследовательским университетом. Все запланированные мероприятия были проведены с 26 по 31 мая 2014 г в туркомплексе «Сталагмит», а также на территории г. Кунгура и Кунгурского района Пермского края.

В работе секций приняло участие более ста пятидесяти участников из 18 городов России и еще 9 стран, в том числе Англии, Бермудских островов, Италии, Китая, Кореи, Словении, Словакии, Украины и Чехии.

В рамках конференции состоялось торжественное открытие памятника А.Т. Хлебникову перед входом в пещеру и памятной доски в гроте В.С. Лукина.

Спелеологи провели рабочий семинар по решению вопросов охраны пещер и карстовых ландшафтов, итогом которого стало обращение в Министерство природных ресурсов и экологии РФ о развитии и совершенствовании законодательной базы, которая сейчас регулирует порядок лицензирования подземных пространств и ведение экскурсионной деятельности в пещерах, а также обеспечение экологической безопасности. Был поднят вопрос о необходимости создания Российского союза спелеологов и налаживания связей с международной спелеообщественностью.

27 мая в Управе г. Кунгура состоялось выездное заседание круглого стола «Проблемы инженерной геологии закарстованных территорий». Специалисты в области инженерного карстоведения показали свою обеспокоенность тем, что существующие актуализированные Своды правил и стандарты не соответствуют требованиям Градостроительного кодекса России, технического регламента о безопасности зданий и сооружений (384-ФЗ) в части определения понятия риска в карстовых районах и использования его в проектно-изыскательской деятельности. Было составлено решение, где участники круглого стола подчеркнули необходимость проведения безотлагательных мер для обеспечения безопасной жизнедеятельности в зонах активного карста на территории г. Кунгур.

Надеемся, что прошедшая конференция будет способствовать более тесному общению между специалистами, занимающимися исследованиями закарстованных территорий и эксплуатацией пещер мира.

С электронной версией сборника и тезисов можно ознакомиться на сайте: <http://www.mi-perm.ru/information/conference/icescave>.

Оргкомитет

STOP THE GREEN BIOFILM – STUDIES ON GROWTH AND ADAPTATION OF LAMPENFLORA UNDER LED LIGHT IN SHOWCAVES

U. Peters, L. Groos, F. Schäfer
Zeitsprünge e.V.; Breitscheid, Germany

Introduction. Caves have always had special attraction to mankind. In the last few years, the awareness that these biotopes are worthy of protection has grown substantially. Most show cave operators have recognized the importance of sustainable working within these unique natural habitats. Visitor expectations are more than the mere feeling of being inside a cave and feeling the unique atmosphere of it. Today, to be successful in the show cave market, operators are required to fully illuminate the cave, include presentations, events and special effects. However, all these man-made influences have a negative impact on the natural balance of the cave. This article will focus on the aspect of artificial growth of algae in caves- defined as ‘Lampenflora’. In the last decades the intensity of illumination has increased – often by using high performance halogen lamps. To reduce issues with “Lampenflora” many commercially operated caves have changed the light source to LED. In the EU, the directive 2005/32/EG prohibits the use of normal light bulbs. One option is the installation of LED-Light. The advantages are higher light yield, lower energy costs, longer lifespan, and a spectrum which may reduce or even avoid ”Lampenflora”. The latter aspect is not yet scientifically proven and there remain a considerable number of unanswered questions: What would happen with existing biofilms when changing the lighting? Are there long-term adaptation processes? Can algae grow in newly developed LED-illuminated caves? What conceivable concepts exist for long- term application to prevent “Lampenflora”?

The starting point for our studies are the newly developed show cave called “Herbst-labyrinth” in central Germany, Breitscheid and the investigations by the Karst-Research-Institute of Postojna. The institute provides extensive data on the natural cave algal colonization [6, 7] where the first experiments with *Chlorella* algae under LED light were performed [8].

Initially, we used an experimental setup similar to the Postojna Institute. Our research also concentrated on *Chlorella vulgaris*. We performed unprecedented analysis of the growth pattern of cyanobacteria *Synechocystis spec.* under laboratory conditions. Cyanobacteria are the primary organism in succession [6], therefore very important for the aspects of Lampenflora.

Secondly, we tested the viability of these algae cultures under the light conditions similar to those found in the cave.

The next step documented the transformation of the biofilm in two German show caves

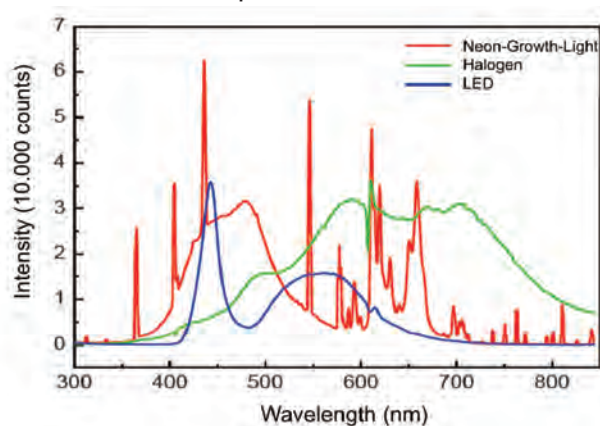


Fig. 1. Emission spectrum of the different used light sources

(Schillat-cave; Iberg-cave) following the installation of LED light. We attempted to determine if there are adaptation processes in the photosynthetic pigments as a result of the modified light spectrum.

Material and Methods. Growth-experiments under laboratory conditions:

For the algae culture experiments, samples of *Chlorella vulgaris* (#211-12) and *Synechocystis spec.* (#92.72) were purchased at the EPSAG in Gottingen, Germany. As the nutrient we used “KUHL”-Medium (green algae) and the “BG-11”-Medium (cyanobacteria) (EPSAG). After allowing the algae cultures to adapt to the low light conditions (50 μmol pho-

tons/m²s) and cave temperature (10-12° C) in a similar cave-like environment, our process commenced with a defined algae concentration of 1-2 x 10⁷ organism per 100 ml which corresponded to a photometric absorption (436 nm) of 0,01. For comparison, we used a standard halogen lamp (Osram, Halopar 20W), a LED from the GermTec Company (Herborn, Germany) and an aquarist lamp with an ideal photosynthetic spectrum (AquaGlo, Hagen Deutschland GmbH). The light intensity was adjusted to both 10 and 30 μmol photons/m²s (PAR 10 or PAR 30) at 8h light per day and tested with 3 parallel samples for each species. Samples were taken twice per week measuring the concentration at 436 nm over a period of 6 weeks (TOM – time of measurement).

Growth-experiments in the showcave ‘Herbstlabyrinth’: In September 2012 observations started on the growth behavior of both types of algae in the showcave “Herbstlabyrinth”. Given the experience of the first studies, it was decided to minimize the taking of samples and to close the Erlenmeyer-flasks almost completely. These measures were taken to avoid contamination of the samples in the ‘Herbstlabyrinth’. The algae cultures were exposed to 200 minutes of light per week with an intensity around 10 μmol photons/m²s. Measurements took place on a monthly basis until January 2013, with a final detection in January 2014.

Observations of the alteration of the biofilms in two different show caves: In two show caves in Germany it was now possible to witness the alteration of the biofilms following the replacement of the light bulbs to LED lights. The first season utilizing the new lighting system was started in both the Schillat and Iberger cave in the spring of 2013. The Schillat cave is located in Hessisch-Oldendorf near Hannover and is the most northern CaCO₃ dripstone cave in Germany; the Iberger-cave belongs to the community of Bad Grund in the mountains of Harz. Samples were taken from the biofilm at different locations in each cave and checked against the entire absorbance spectrum (400-750 nm). Samples were prepared for photometric measurement after the following scheme (Tab. 1):

Procedure of the extraction for the photometric measurement

- 1ml sampling into an Eppendorf-tube
- Centrifuge 60s at 7500 g
- Pipette off the entire liquid
- Add 100μl dH₂O
- Give into solution
- Add 900μl methanol
- Store 30min in a refrigerator
- Centrifuge 60s at 7000 g

Table 1

Samples were taken in April 2013 and in October 2013. A specific difficulty occurring repeatedly was with the small amount of dripstone ground algae, which required to be sampled without contamination. As a result, the algae quantity decreased in all places. In order to compare the data, a mathematical adjustment was applied in the range of the approximate linear relationship of the photometry (Fig. 5a-d).

Statistical analysis: To determine whether the measured differences are statistically significant, the rank correlation test of

Wilcoxon, Mann and Whitney (U-test/Sachs 1984) was applied.

Results. Growth-experiments under laboratory conditions: Considering the maximum differences of the absorption during the experimental phase (TOM 1-12), a clear difference between the cyanobacteria and green algae can be detected (Fig. 2).

Chlorella can live and grow under all three light spectra. The growth rate under PAR 10 can reach approximately 33 - 50 % compared to PAR 30 conditions.

Synechocystis, however, only grows significantly under the lighting conditions of the AquaGlo PAR 30. Under the PAR 10 lighting it reaches only a tenth of the growth rate under the AquaGlo PAR 30.

Under LED light PAR 30 no significant growth could be observed. The absorption was in the range of AquaGlo PAR 10 and after six weeks almost corresponded with the algae concentration at the beginning of the experiment. In addition, under LED PAR 10 there is also decrease in cell density in the culture. A similar outcome applies to the experimental cultures under halogen light.

The significance matrix (Fig. 3) demonstrates that the results shown in Fig. 2 have a discernible difference at a significance level of P ≤ 0.02 which is represented in the diagram.

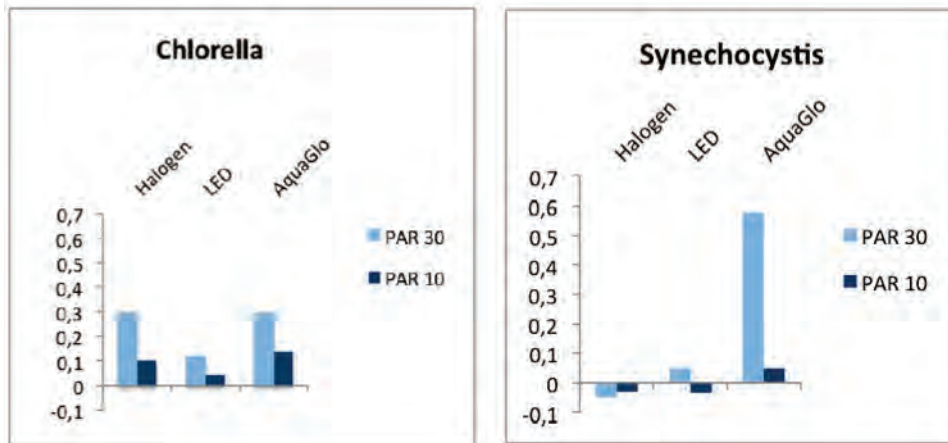


Fig. 2. max. differences of the extinction over a 6 week growing period under different light intensity (PAR 10 & 30)

Signifikanzmatrix			
Chlorella	Halogen > LED	AquaGlo > LED	AquaGlo > Halogen
PAR 30	+	+	-
PAR 10	+	+	+
Synechocystis	Halogen > LED	AquaGlo > LED	AquaGlo > Halogen
PAR 30		+	
PAR 10	-	+	+

Fig. 3. significance matrix' for the culture experiments: '- no significance; '+' significance level $P \leq 0.02$, white – missing data

Growth-experiments in the showcave 'Herbstlabyrinth': The extraordinary result of the long-term experiments (more than one year) was the survival of the Chlorella. However, it appeared that Synechocystis was unable to survive. It was interesting to note that the concentration increased during the first 4 months. The shape of the graph after 4 months is indeterminable due to the missing data between the two last measurements.

The results show that we require to be patient to see a transformation process in the biofilm of Lampenflora.

Observation of the alteration of the biofilms in two different showcaves: The results of the full spectrum analyses (Fig. 5)

show different variations inside the range of the 400 – 650 nm wavelength after half a year. There is less or no variation at the red-light-maximum of chlorophylla (662 nm). For that reason, adjustments were made to the different photometric curves on this maximum. We have identified different absorption rates for different biofilms. Fig. 5a and 5c demonstrate typical characteristics identified for biofilms containing a majority of green algae. Fig. 5b represents the results from a cave biofilm with a high density of Xanthophyceae and green algae.

The absorption in the range of 440 – 490 nm (carotenoid shoulder) was higher at the second TOM. Also a higher absorption is detected in the emission spectrum of the LED-light (500-600 nm). Fig. 5d describes the behavior of a biofilm which is dominated by cyanobacteria. In contrast to Fig. 5a – 5c, the second sample has a lower blue-light absorption and the highest increase of absorption at the wavelength between (550 – 650 nm). The maximum absorptions of the antenna pigments are found at this wavelength.

Discussion. The last few years have revealed a growing interest for the sustainable use of showcaves, with focused on the negative impact of the commercial operation of caves now in the spotlight of scientific research [4]. In order to run an environmental friendly and sustainable showcave, the consideration of scien-

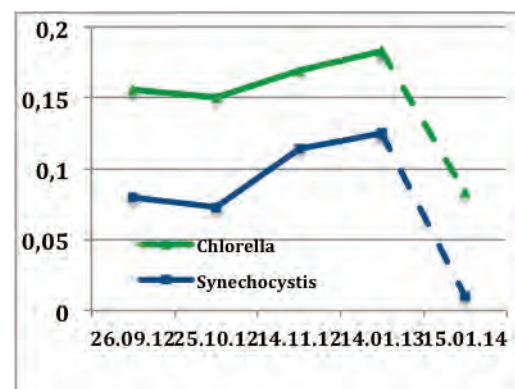


Fig. 4. course of algal growth during the growth-experiment in the showcave 'Herbstlabyrinth' – 200min light/week – each point is a measurement – dashed line represents estimated course over nine month period

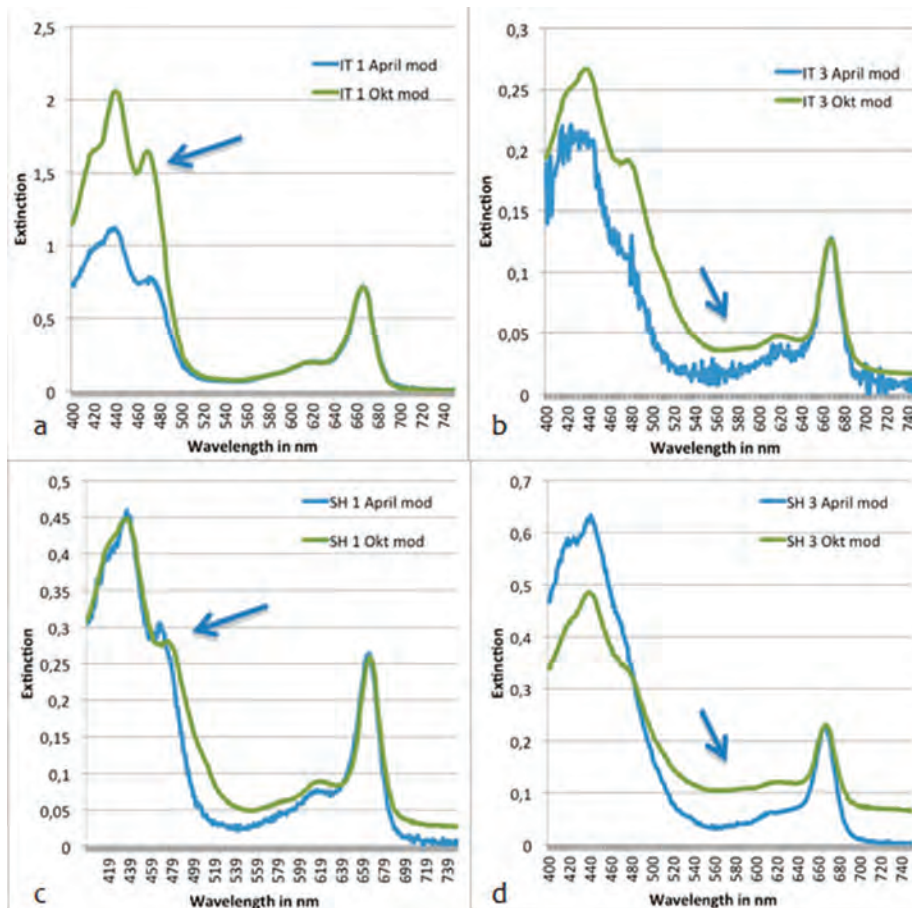


Fig. 5. full spectrum analysis of algae samples of two German showcaves: a and b are from Iberger Showcave; c and d are from the Schillatcave. The blue line represents the first measurement (April 2013) and the green line the latest one (October 2013). The blue arrows mark the conspicuous changing of carotenoids and antenna pigments. The Samples of a and c were dominated by green algae; d by cyanobacteria; b by a mixture of diatoms and cyanobacteria.

tific facts is imperative. To date, little is known about the growth conditions and behavior of Lampenflora.

In early study results dating back to the 1970's, Planina (1974) sets the minimum light requirements to 100 h/y. In studies performed by Rajczy (1989) investigating the compensation point, he suggests a longer distance between light source and dripstone surface. Mulec et al. (2008) investigated the minimum light intensity of aerobic cave algae colonies in natural habitats and registered a result of 0,06 $\mu\text{mol photons/m}^2\text{s}$.

At an international conference on cave lighting in Budapest in 2002, Olson published the first results of research performed using LED lamps with an emission maximum at 595 nm. After purging, a re-colonization with algae under these conditions could be prevented for 1.5 years. A similar outcome has been noted in the Bad Segeberg cave (statement - VdHK - A. Ipsen 2012). A proliferation of green algae, diatoms and cyanobacteria is described in the literature of Jakob (1997), Rosenkranz (2008), Anderson and McIntosh (1991).

The focus of our present research concerns the parameter constellations that may affect Lampenflora.

Therefore, the aim is to identify a scientifically proven solution for the long term prevention of the growth Lampenflora. An urgent solution is required, as the directive 2009/125/EG forces show cave operators to discard traditional lighting and invest in low energy light sources.

The combined investments of Germany's 53 show caves add up to millions of Euros.

The opportunity to introduce a sustainable light concept is complicated by the lack of scientific data.

The working group of Janez Mulec has done most of the research on this field from the Karst Research Institute of Postojna (2008, 2009, 2014).

Our investigations have revealed data on the survival rates of two groups of algae under different conditions, leading to an assumption that there is an adaption process in the natural biofilm after changing to LED light.

Chlorella: The test subject *Chlorella vulgaris* is a typical representative of Chlorophyta in Lampenflora biofilms [7]. The initial hypothesis that algae survival was least probable under LED light conditions was confirmed. However, within the experimental period, an increase in biomass could be identified. These results match the findings at Postojna Institute [8].

In contrast, the green algae in the “Herbstlabyrinth” demonstrated a sharp decline in vitality only after the period of one year. However, it should be taken into consideration that the light supply ranged around 200h/ year, which doubles the light minimum set by Planina (1974), whilst the algae had optimal nutrient supply.

Synechocystis: The category of Cyanobacteria including the genus *Synechocystis* represents the greatest biodiversity in caves. These organisms are able to survive with less light with a compensation point ranging from 5 $\mu\text{mol photons/m}^2\text{s}$ down to 0,11 $\mu\text{mol photons/m}^2\text{s}$ [5, 7].

The findings are the first experimental data collected of the genus *Synechocystis* under LED-light conditions. To the best of our knowledge, to date, no comparable data exists. The findings are unusual considering the reported behavior of *Synechocystis* in natural habitats [5]. The observed decline in vitality under PAR 10 LED light in the *Synechocystis* culture indicates that the organisms are unable to survive permanently under the test conditions. The results from “Herbstlabyrinth” confirm the first analysis. After one year, under the test conditions, there was no measurable absorption. The interpretation of the results is difficult, as the long term storage of *Synechocystis* is complicated (pers. Mess. EPSAG). Otherwise, Mulec and Kosi (2008) reported a periodical lack of Cyanobacteria building new biofilms. Therefore, it is unclear if the observed widespread death is due to the effect of the light spectrum or if there are unknown factors which are yet to be discovered.

After the period of one year under the LED light, the data from the show caves indicated a strong decline, however no extinction (VdHK – Anne Ipsen 2012).

Alteration of the absorption spectrum: The results of the investigation have shown that the use of LED light may be an appropriate method to change and reduce the Lampenflora. In order to interpret the findings of the algae culture experiments, it is necessary to take into account the special conditions:

- a) Monocultures i.e. no competitors
- b) Optimal species-specific nutrient supply

Therefore, we would question whether the algae are able to survive in their respective cave habitats, and if they are able to colonize a new cave habitat under LED light conditions. Given that the “Herbstlabyrinth” is free of algae, may be an indicator confirming this hypothesis.

The next step determined what effects a change to LED light would have on the already existing Lampenflora. A reduction of Lampenflora was identified in both show caves (Iberger Höhle, Schillathöhle) as well as in “Bad Segeberg” [2].

What changes does the reduced biofilm undergo?

The interpretation of our measurements leads to two possible outcomes. There may be a change of the biofilm composition e.g. a shift in the proportion between cyanobacteria and green algae. On the other hand, it is possible that adaptation processes might begin. Such adaptation processes are widely known; especially for the antenna pigments of the cyanobacteria [14]. The differences between the samples are very conspicuous. Currently, no clear pattern has been detected in the changes of the spectra.

However, it may be possible to identify a trend out with the data. Based on the identification of species in the samples provided by EPSAG, the absorption spectra can be assigned to different groups of algae, i.e. green algae, cyanobacteria and xanthophyceae. A higher absorption in the wavelength of phycobilisomes (Phycocerythrin, Phycocyanin, Allophycocyanin) was detected when the sample was dominated by cyanobacteria. A conspicuous change was identified in the maximum absorption wavelength of carotenoids in samples dominated by green algae and Xanthophyceae.

Similar results were published by Mulec (2014), displaying a typical full spectrum analysis of *Chlorella vulgaris* cultures growing under different light conditions.

Final clarity can only be provided by a higher density of data. It is important to identify the leading process in order to establish a sustainable light concept for caves.

Conclusion – Relevance of the Results in Relation to Cave Protection. Our investigation has shown that both *Chlorella vulgaris* and *Synechocystis spec.* are capable of limited survival. However, under the condition of LED illuminated caves they are at the verge of extinction. Existent biofilms are reduced after changing the light sources to LED; however physiological adaptation processes would start. A holistic approach strategy of changing the light source to LED is not enough. Use of LED light with the lowest possible PAR (not more than 30 $\mu\text{mol photons/m}^2\text{s}$ at the surface of the speleothems) requires the addition of:

1. Absolute avoidance of nutrient inputs on speleothems
2. Intensive monitoring of vulnerable areas for the early detection of biofilm
3. If possible, a concept of alternating light to reduce the time of illumination – it may therefore be useful to repeat the studies of Planina (1974) to determine the maximum time of LED illumination (under different PAR regime) in order to reduce Lampenflora effectively.

Acknowledgements. We would like to thank Janez Mulec for literature support. The cooperation with Maik Lorenz from EPSAG, Göttingen was a pleasure, especially for determination of algae in the biofilm samples. We thank Benjamin Eisenhardt (AG Prof Dr. Klug, University Gießen) for analytic support. There is also a huge thanks going out to the company GermTec Herborn for providing the LED-lamps. Without the assistance of Anke Peters it would not have been possible to collect and analyze all the samples. At least the authors are grateful to Leonard Gerz for revision of the English text.

Literature

1. Anderson, S.L. und McIntosh, L. – Light-Activated Heterotrophic Growth Of The Cyanobacterium *Synechocystis Sp. Strain Pcc 6803*: A Blue-Light-Requiring Process – *Journal Of Bacteriology*, P. 2761-2767, May 1991.
2. Ipsen, A. – Stellungnahme Erneuerung Beleuchtung/Lampenflora Bad Segeberg, 2012.
3. Jakob, T. – Anpassungsmechanismen der Diatomee *Phaeodactylum tricorutum* An ein simuliertes dynamisches Lichtklima kombiniert mit einer verlängerten Dunkelphase – Diplomarbeit Leipzig 1997.
4. Kempe, S. und Rosendahl, W. - Höhlen, Verborgene Welten – Primus Verlag 2008.
5. Mulec, J. und Kosi, G. – Algae in the aerophytic habitat of Račiške ponikve cave (Slovenia) *Natura Sloveniae* 10(1): 39-49 ZOTKS Gibanje znanost mladini, Ljubljana, 2008.
6. Mulec, J., Kosi, G. und Vrhovšek, D. – Characterization Of Cave Aerophytic Algal Communities And Effects Of Irradiance Levels On Production Of Pigments. – *Journal Of Cave And Karst Studies*, V. 70, No. 1, P. 3-12. 2008.
7. Mulec, J. und Kosi, G. - Lampenflora Algae And Methods Of Growth Control – *Journal Of Cave And Karst Studies*, V. 71, No. 2, P. 109-115, 2009.
8. Mulec, J. - Human impact on underground cultural and natural heritage sites, biological parameters of monitoring and remediation actions for insensitive surfaces: Case of Slovenian show caves - *Journal for Nature Conservation* 22 (2014) P. 132-141, 2014.
9. Olson, R. – Control of lamp flora in Mammoth Cave National Park, in Hazslinszky, T., ed., *International Conference on Cave Lighting*, Budapest, Hungary, Hungarian Speleological Society, P. 131-136, 2002.
10. Planina, T. – Preprecevanje rasti vegetacije ob luceh v turisticnih jamah: Nase Jame, v. 16, P. 31–35, 1974.
11. Rajczy, M. – The flora of Hungarian caves, *Karszt e's Barlang*, Special issue, P. 69-72, 1989.
12. Rosenkranz, H. - Diversität von dunkeltoleranten Algen in Biofilmen in einem Bunkersystem auf Helgoland – Diplomarbeit Göttingen 2008.
13. Sachs, L. – *Angewandte Statistik* – 6. Auflage – Springer-Verlag, 1984.
14. Schopfer, P. und Brennicke, A. – *Pflanzenphysiologie* – 7. Auflage 2010 – Spektrum Verlag.
15. Nutrient media: <http://www.uni-goettingen.de/en/list-of-media-and-recipes/186449.html>

ПЕЩЕРЫ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

И.В. Головачев

Астраханский государственный университет;
Астраханское отделение Русского географического общества
414052, г. Астрахань, ул. Артельная, 16. E-mail: bask_speleo@mail.ru

Территория Северного Прикаспия (под термином «Северный Прикаспий» автор подразумевает восточную часть Прикаспийской низменности, ограниченную с западной стороны Волго-Ахтубинской долиной) располагается в пределах Прикаспийской синеклизы, на юго-восточной окраине древней Русской платформы.

Прикаспийская низменность занимает большую площадь немногим более 200 000 км² и граничит на севере с возвышенностью Общего Сырта, на западе – Ергенинской и Приволжской возвышенностями, на востоке – Предуральским плато и Устюртом. Гидрографическая сеть представлена реками Волгой, Уралом, Эмбой и рядом некрупных водотоков. Поверхность низменности имеет общий уклон в сторону Каспия (от средних абсолютных отметок +50 м на севере территории до -26 м на побережье Каспийского моря).

Прикаспийская низменность в геотектоническом отношении представляет собой глыбовую и обширную синеклизу. Кристаллический фундамент впадины залегает на глубинах до 10-18 км. Мощный осадочный чехол осложнён солянокупольными образованиями, пронзающими отложения надсолевого комплекса. Всего на территории Северного Прикаспия отмечается наличие не менее 500 соляных куполов различных очертаний и размеров и по-разному выраженных в рельефе. Выделяется две основные группы соляно-купольных поднятий: горы - изолированные локальные возвышенности с прилегающими к ним озёрными впадинами («богдинский тип»), и невысокие пологие поднятия, слабо выраженные в рельефе. Первая группа поднятий сложена дислоцированными породами палеозойского и мезозойского возраста. Высота таких поднятий до 150 м (гора Большое Богдо). Особенность структур богдинского типа – наличие прилегающих озёрных впадин. К таким структурам относятся: гора Большое Богдо и озеро Баскунчак, гора Улаган и озеро Эльтон, Индерские горы и озеро Индер, горы Сантас и Сасай и озеро Челкар и др. От общего числа куполов Северного Прикаспия только 6,5% составляют структуры богдинского типа. В рамках темы данной статьи наиболее интересными автору представляются структуры богдинского типа, так как в пределах некоторых таких структур на поверхность выходят карстующиеся гипсоангидритовые породы кепроков. Поднятия второй группы сложены полого дислоцированными четвертичными отложениями и возвышаются над окружающим рельефом на 5-10 м. Купола богдинского типа имеют на своей вершине мощные кепроки (до 100 и более метров). Карстовые процессы протекают не только в гипсоангидритовых отложениях первичного кепрока, но и в не меньшей степени развиты в сульфатных отложениях вторичного кепрока. Поэтому они также представляют определённый интерес.

К некоторым солянокупольным поднятиям приурочены небольшие по площади разрозненные карстовые районы. Они связаны с выходом на дневную поверхность древних позднепалеозойских пород, представленных в основном нижнепермскими гипсами (P₁kg), в ядрах соляных куполов (рис. 1).

Районы солянокупольных поднятий Эльтона, Баскунчака, Индера, Челкара и др. на протяжении верхнего плиоцена и плейстоцена были подвержены процессам денудации. В настоящее время на этих участках развивается современный карст. Сильное влияние на формирование особенностей карста этих районов оказали климатические условия, солянокупольный тектогенез, трансгрессии и регрессии палео-Каспия.

Согласно районирования карста Северный Прикаспий входит в состав Западно-Прикаспийской карстовой провинции Нижневолжско-Уральской карстовой области Восточно-Европейской карстовой страны. В пределах Северного Прикаспия выделяются Прибаскунчакский и Индерско-Эмбенский карстовые округа. К Прибаскунчакскому карстовому округу относятся карстовые районы: окрестности озера Эльтон, окрестности озера Баскунчак, район горы Малое Богдо, район горы Чапчачи, поднятие Худайберген, возвышенность Биш-чохо (казах.: «Бесшоки»). В Индерско-Эмбенский карстовый округ входят окрестности озера Индер и окрестности озера Челкар (казах.: «Шалкар»).

Изучением этих разрозненных карстовых районов в той или иной степени занимались различные учёные и исследовательские организации. Начиная с 18 века на соляно-купольных поднятиях Северного Прикаспия проводили свои исследования И.И. Лепехин, И.Г. Гмелин, П.С. Паллас, М. Таушер, И.Ф. Эрдман, И.Б. Ауэрбах, Г.П. Федченко, И.Г. Глушков, А.А. Бобятинский, И.В. Мушкетов, Ф.Н. Чернышев и многие другие известные учёные. Однако наиболее полные и систематические исследования данных районов (в т.ч. карста) начались только в 30-40 годы прошлого века, в связи с открытием и разведкой месторождения боратов в окрестностях озера Индер и развёртыванием на Баскунчаке соляной промышленности и разведкой месторождений гипса.

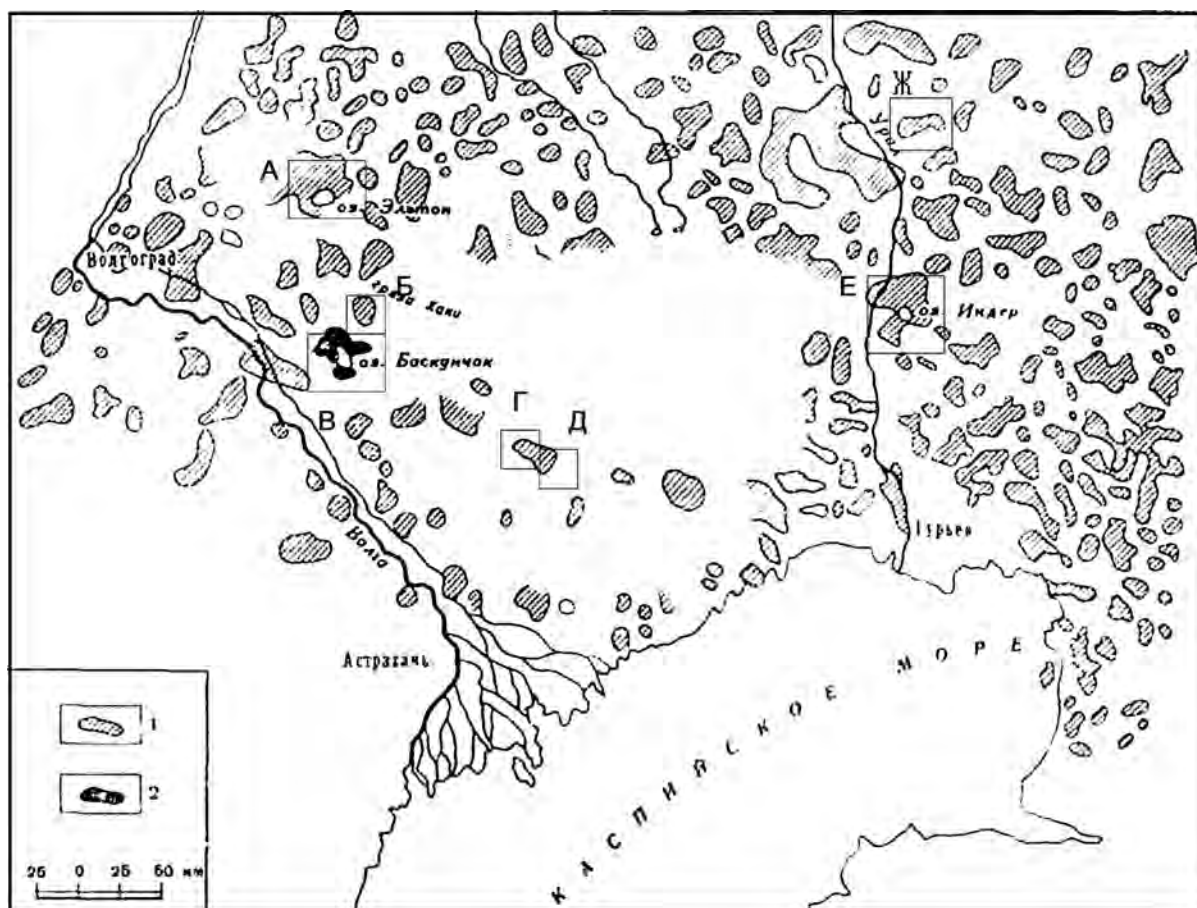


Рис. 1. Схема расположения соляных куполов Северного Прикаспия [по А.К. Певневу, 1968]
 1 - соляные купола, обнаруженные по данным геологии, сейсморазведки и гравиразведки;
 2 - Баскунчакская солянокупольная структура. Места проявления сульфатного карста:
 А - окрестности оз. Эльтон; Б - гора Малое Богдо; В – окрестности оз. Баскунчак; Г – поднятие Худайберген; Д – возвышенность Биш-чохо; Е – окрестности оз. Индер, Ж – окрестности оз. Челкар

Карстовые процессы и явления изучались Г.Р. Алещенко, Ю.В. Архидьяконских, А.В. Белоновичем, Н.А. Гвоздецким, А.А. Геденовым, С.С. Коробовым, Э.И. Нурмамбетовым, С.И. Парфёновым, И.К. Поленовым, А.В. Сотниковым, З.В. Яцкевичем, и др. [6].

Наиболее освещённым в литературе является карст Индерского солянокупольного поднятия. В меньшей степени отражён карст окрестностей озера Баскунчак. По сульфатному карсту других районов Северного Прикаспия в литературе данных почти нет. Северный Прикаспий остаётся одним из наименее изученных в карстовом отношении регионов страны. Большие площади интенсивно закарстованных гипсовых пород находятся в наименее освоенной на сегодня части региона.

Карстовые пещеры и подземные полости на территории Северного Прикаспия часто упоминаются в трудах различных исследователей и в геологических отчётах. Но, как правило,

их описание довольно беглое, либо просто упоминается факт встречи пещерных входов без их детального обследования. Более или менее полные описания пещер данного региона можно встретить в работах А.В. Белоновича, А.А. Гедеонова, З.В. Яцкевича.

С 1986 года и по настоящее время поиском и обследованием пещер Северного Прикаспия занимается секция спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества [6].

Карстовые районы располагаются на территории Северного Прикаспия неравномерно. Они имеют различные по площади выходы карстующихся пород, в разной степени спелеологически обследованы и располагают в настоящее время различным количеством карстовых пещер.

Прибаскунчакский карстовый округ объединяет следующие карстовые районы: окрестности озёр Баскунчак и Эльтон, возвышенность Биш-чохо, районы гор Малое Богдо и Чапчачи, поднятие Худайберген.

Район окрестностей озера Баскунчак является наиболее изученным в спелеологическом отношении. Он расположен в северной части Астраханской области на землях Ахтубинского административного района.

Геологическое строение данного района сложное. На фоне окружающих рыхлых морских кайнозойских отложений в окрестностях озера Баскунчак обнажаются более древние позднепалеозойские и мезозойские породы, вынесенные на дневную поверхность вследствие солянокупольной тектоники. В тектоническом плане данный район представляет собой свод крупного единого солянокупольного массива, осложнённого наличием отдельных купольных поднятий и межкупольных депрессий. Вершины куполов увенчаны кепроками и размыты с поверхности, а межкупольные впадины заполнены толщами надсолевых отложений и переотложенным в депрессии материалом. Стратиграфия района представлена образованиями пермской, триасовой, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Орография района выражена очень ярко в виде наивысшей точки Северного Прикаспия - горы Большое Богдо (абс. отм.: +150 м) и чаши оз. Баскунчак (абс. отм.: -21,3 м). Окружающая степь представляет собой слегка всхолмленную равнину (со сред. абс. отм.: +15-+20 м) с общим уклоном поверхности к центру, котловине озера. Площадь озера Баскунчак около 120 км².

Карстовые формы рельефа в окрестностях озера Баскунчак и горы Большое Богдо упоминаются в работах многих известных Российских путешественников и учёных. В изучении карста и пещер окрестностей озера Баскунчак можно условно выделить пять этапов. *Первый этап:* 2-я половина XVIII века – 3-я четверть XIX века. С 1763 года свои исследования в этом районе проводили И.И. Лепехин, И.Г. Гмелин, П.С. Паллас, М. Таушер, И.Ф. Эрдман. Длительные исследования проводили И.Б. Ауэрбах, Г.П. Федченко, И.Г. Глушков, А.А. Бобятинский, И.В. Мушкетов, Ф.Н. Чернышев и др. Однако в их работах о карсте говорится вскользь или попутно при общей характеристике рельефа района, и эти данные носят весьма беглый характер. Первое краткое упоминание о пещерах этого района приводит в 1870 году Г.П. Федченко в своей монографии «О самосадочной соли и соляных озёрах Каспийского и Азовского бассейнов» [11]. *Второй этап:* 80-е годы XIX – 30-е годы XX веков, связан с развёртыванием на Баскунчаке соляной промышленности и разведкой месторождения гипса. Изучением геологии и гидрогеологии данного района занимались: П.А. Православлев, А.Н. Семихатов, Н.М. Страхов, А.Н. Пустовалов, П.А. Шиндяпин. П.А. Православлев упоминает о наличии пещер в данном районе и одну из них он осмотрел лично в 1901 г [9]. *Третий этап:* 1935 – 1940 года. При изучении карста этого района в 1935 году проф. А.Н. Мазарович и Н.А. Гвоздецкий осмотрели несколько пещерных входов [7]. С 1937 по 1940 гг. исследованием баскунчакского карста и пещер занимался преподаватель Саратовского университета А.А. Гедеонов [5]. Он обследовал Большую и Малую Баскунчакские пещеры и пещеру Сорок Дверей. *Четвёртый этап:* конец 40-х – конец 60-х годов, характеризуется поисковыми работами различных геологических экспедиций на предмет разведки запасов полезных ископаемых. В 60-х годах поиском и обследованием пещер занимались туристы г. Астрахани во главе с сотрудником астраханского краеведческого музея В.И. Головачевым. К сожалению, собранный ими материал не был опубликован, но стал основой для последующих «астраханских» спелеологических исследований, начавшихся с 1986 года. *Пятый этап:* с 1979 года по настоящее время, характеризуется началом спелеологических исследований, проводимых общественностью и молодёжными спортивно-туристскими секциями. В 1979 году начала изучение пещер в окрестностях Баскунчака спелеосекция Саратовского госуниверситета под руководством А.В. Белоновича и О.Б. Цоя [2]. Ими были связаны

между собой две, считавшиеся раньше самостоятельными пещеры (Большая и Малая Баскунчакские) и доказано наличие единой полости - пещеры Баскунчакская протяжённостью 1480 м, которая стала крупнейшей в Северном Прикаспии. С 1986 года и по настоящее время изучением карста и пещер района окрестностей озера Баскунчак занимается секция спелеологии и карстоведения Астраханского отделения РГО.

Пещеры заложены в сильно дислоцированных гипсоангидритовых породах (Р,kg) кепрока соляного купола, вынесенных на дневную поверхность. Эти породы обладают хорошей растворимостью и почти не содержат глинистых частиц. Гипсы выходят на северном, северо-восточном, северо-западном и западном берегах озера Баскунчак (северное поле), а также в виде небольшого обособленного участка на южном берегу озера в урочище Шарбулак (южное поле).

Карстовые пещеры района относятся к коррозионно-разрывному (охватывающему разрывные нарушения различного генезиса, а не только трещины отседания) и коррозионно-эрозионному типам.

Наиболее ярким представителем пещер коррозионно-эрозионного типа является крупнейшая карстовая полость Прикаспийской низменности – пещера Баскунчакская (рис. 2).

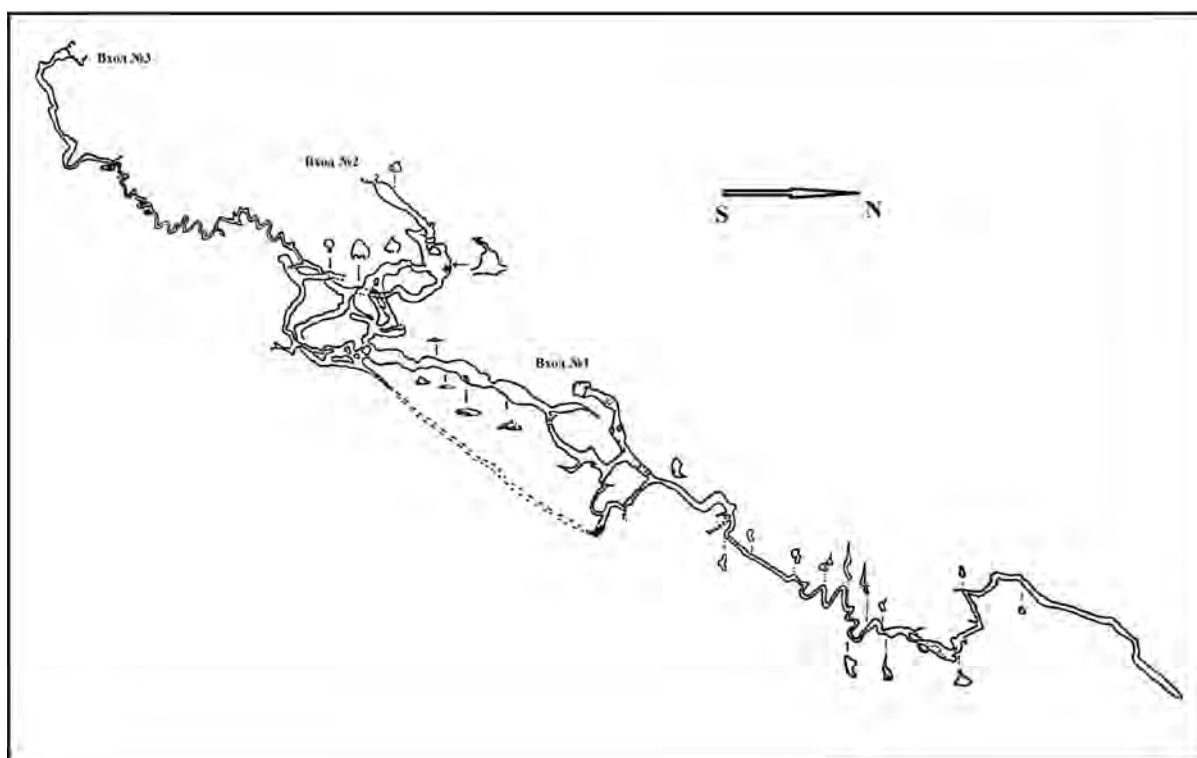


Рис. 2. План пещеры Баскунчакская (Съёмка Саратовской секции спелеологии, 1991 г.) [2].

По данным Саратовской секции спелеологии, пещера имеет протяжённость 1480 м, максимальную глубину до 32 м, объём около 9400 м³ [2]. Она находится на северо-западном берегу озера Баскунчак в верховьях балки Пещерная. Пещера Баскунчакская имеет несколько входов и относится к типу горизонтальных сквозных (проходных) пещер. Она известна более ста лет. Активно посещается туристами.

Пещеры коррозионно-разрывного типа характерны для урочища Шарбулак на южном гипсовом поле. Они имеют небольшие размеры и представляют собой фрагменты клинообразных, заужающихся кверху разрывов в гипсах, образованных вследствие соляной тектоники. Стены и своды этих пещер имеют незначительные следы карстовой денудации. Кроме того, на стенах пещер этого типа можно наблюдать белого цвета коры вторичной кристаллизации гипса (т.н. «гипсовое молоко» или «гипсовая накипь»).

Пещерные отложения представлены остаточными, водными механическими, обвальными, водными хемогенными, органогенными, криогенными отложениями. Особенностью от-

ложений гипсовых пещер данного района является наличие широкого спектра вторичных кристаллических образований и кристаллов автохтонных минералов (гипс – $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, тенардит – $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$, брушит – $\text{CaH}[\text{PO}_4] \times 2\text{H}_2\text{O}$, ханебахит – $\text{CaSO}_3 \times 0,5\text{H}_2\text{O}$, мирабилит – $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \times 10\text{H}_2\text{O}$). Бесспорно, интересен факт наличия в пещерных отложениях материала-заполнителя, который тапонирует карстовые полости в дохвалынское время.

На сегодняшний день в районе окрестностей озера Баскунчак известно около трёх десятков пещер в гипсах протяжённостью более 10 м (табл. 1). Наиболее крупными и красивыми являются пещеры Баскунчакская и Кристальная. Все пещеры находятся в удовлетворительном экологическом состоянии.

Район окрестностей озера Эльтон также является небольшим карстовым районом. Озеро Эльтон (калм. «Алтон-нор» - «Золотое озеро») расположено в Палласовском районе Волгоградской области. В 5 км к востоку от озера Эльтон располагается пологое, сложноустроенное в рельефе поднятие – гора Улаган (абс. отм. +69,15 м), сложена мезозойскими породами (юра, мел). Данное поднятие приурочено к Эльтонскому соляному куполу.

По данным Л.Н. Морозова и С.А. Свидзинского [7], в ходе проведения поисково-разведочных работ в районе озера Эльтон буровыми скважинами в кепроке Эльтонского соляного купола были обнаружены подземные полости карстового генезиса. Они приурочены к гипсово-ангидритовым отложениям кепрока. Однако данные полости не доступны либо вследствие своей глубины залегания (на стыке гипсов кепрока и соляного зеркала), либо погребения различными заполнителями. Пещеры не найдены.

Возвышенность Биш-чохо (казах. «Бесшоқы» - пять бугров) расположена в Курмангазинском районе Атырауской области Республики Казахстан и находится в западной части Рынпесков на территории Прикаспийской низменности. Она приурочена к Шунгайской зоне поднятий. Возвышенность площадью около 35 км² представляет собой солянокупольное поднятие с выходами в сводовой части карстующихся гипсовых пород нижней перми (Р₁kg). Она имеет плоскую поверхность с расположенными на ней гипсовыми буграми и карстовыми формами рельефа. Относительное превышение этого поднятия над окружающей местностью около 30 м.

С пещерами Биш-чохо (Бесшоқы) астраханским спелеологам впервые довелось познакомиться в 1987 году. Более детальное их обследование было осуществлено только спустя 10 лет, в ходе последующих четырёх комплексных научно-исследовательских экспедиций по территории Волго-Уральских песков, организованных Астраханским отделением РГО в 1997-1999 г.г. и в 2009 году. Необходимо отметить, что в литературных источниках карст возвышенности почти не освещён. Только в работе И.Б. Ауэрбаха [1] даётся небольшое описание карстовых воронок и двух пещер. Да в статье Ю.М. Ралля [10] кратко даётся характеристика карстового провального колодца и упоминается одна из пещер (скорее всего пещера Кененбай).

Карстовые пещеры на Биш-чохо (Бесшоқы) относятся к коррозионно-эрозионному и коррозионно-разрывному классам. Почти все пещеры представляют собой мешкообразные полости с одним входом, заложенные в гипсовых породах кепрока соляного купола.

В ходе спелеологического обследования на возвышенности Биш-чохо (Бесшоқы), была проведена топографическая съёмка 10 обнаруженных карстовых пещер (табл. 1). Наиболее крупными и интересными являются пещеры: Кененбай, Мечта, Курмангазы.

Пещера Кененбай (рис. 3) располагается на северо-восточной окраине возвышенности. Впервые и очень кратко была описана И.Б. Ауэрбахом [1], а более подробно была обследована астраханскими спелеологами в 1997-1998 годах [6]. Вход приурочен к воронке провального генезиса. Пещера относится к коррозионно-эрозионному типу. Она представляет собой крупный подземный зал с горизонтальным полом. Зал вытянут в субширотном направлении, и имеет размеры: 18 м×11 м, при высоте до 3 м. Пещера хорошо освещена благодаря крупному арочному входу (длиной 6 м и высотой 3 м). Температура воздуха в пещере около +10°С. Относительная влажность воздуха около 79%. Однако, вследствие больших размеров входа, в течение года температура и влажность воздуха в пещере заметно изменяются. Вход в пещеру перегорожен в центральной части крупными блоками гипса. Стены и свод пещеры обильно украшены белого цвета корой вторичной кристаллизации гипса. Пещера легкодоступна и давно посещается местными жителями. Об этом также пишет И.Б. Ауэрбах: «... соседние киргизы устроили себе в ней нечто вроде подземной молельни, где по временам совершают своё богослужение...» [1].

Пещера Мечта (рис. 4) расположена в юго-западной части возвышенности. Вход в пещеру располагается в основании склона карстовой воронки. Размеры входного отверстия: ширина 1 м, высота 0,8 м. Пещера относится к коррозионно-эрозионному типу. Подземная полость имеет вытянутую овальную в плане форму. Размеры пещерного зала: 30×15×3-5 метров. Отложения пещеры представлены грубообломочным гипсовым материалом, рыхлыми супесчаными отложениями и пластами тёмных красно-коричневых и светлых палевых глин, разбитых трещинами усыхания на отдельные полигональные куски. Стены и свод пещеры местами покрыты корой вторичной кристаллизации гипса. В дальней части пещерного зала имеется пресное озерцо, площадью 45 м² и глубиной 1 м. Пещера тускло освещается дневным светом только в привходовой части. Температура воздуха в пещерном зале +11°С, относительная влажность воздуха 84%. Следов посещения людьми не отмечено. Местного названия пещера не имела, т.к. вскрыта впервые.

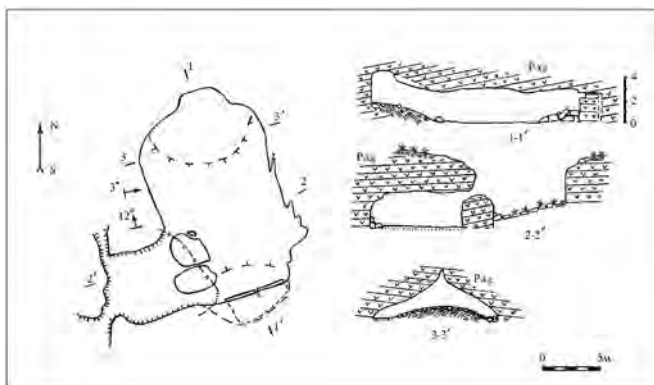


Рис. 3. План и разрез пещеры Кененбай
(Съёмка: И.В. Головачев, Д.Д. Бабайцев, 1999 г.)

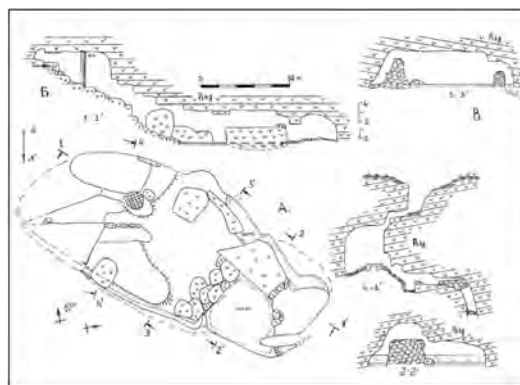


Рис. 4. План и разрез пещеры Мечта
(Съёмка: И.В. Головачев, А.С. Бойко, 1998 г.)

Пещера Курмангазы (рис. 6) также расположена в юго-западной части возвышенности. Вход представляет собой наклонный понор, выводящий в подземную полость. Размер входа: ширина 0,35 м, высота 0,55 м. Пещера относится к коррозионно-разрывному классу. Она развита в широтном направлении, имеет вытянутую форму и разработана по системе вертикально-секущих разрывных трещин. Отложения пещеры представлены грубообломочным гипсовым материалом и рыхлыми супесчаными отложениями. Местами на стенах и своде пещеры наблюдается белесая кора вторичной кристаллизации гипса. В западной части пещеры на своде обнаружены гипсовые сталактиты (рис.5). Они имеют следующие размеры: диаметр у основания до 3 см, средняя толщина 0,8-1,5 см, длина до 10-12 см. Плотность сталактитов на своде – до 100 штук на 1 м². Пещера не освещается дневным светом. Температура воздуха в пещере +8,9°С, относительная влажность воздуха около 91%. Следов посещения людьми не от-



Рис. 5. Гипсовые сталактиты в пещере Курмангазы (фото: Е.А. Лисица)

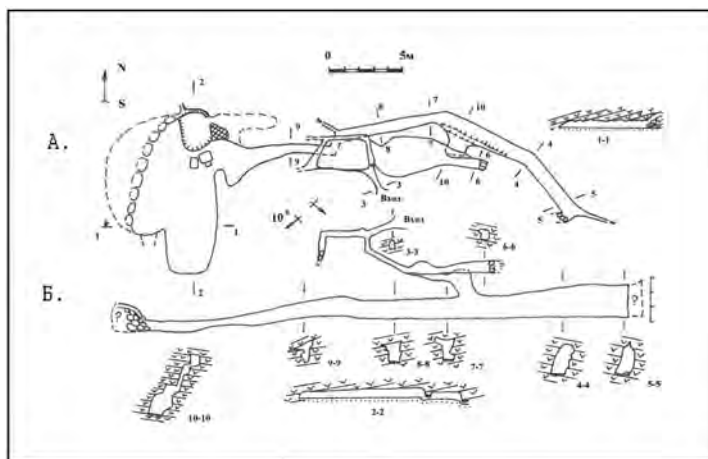


Рис. 6. План и разрез-развёртка пещеры Курмангазы
(Съёмка: И.В. Головачев, Д.Д. Бабайцев, 1999 г.)

мечено. Местного названия пещера не имела, т.к. вскрыта впервые. Пещера названа в честь известного казахского акына (поэта-песенника) Курмангазы.

Наиболее известной и посещаемой является пещера Кененбай. Из всех имеющихся на возвышенности Биш-чохо пещер только она подвергается замусориванию. В целом все обследованные пещеры находятся в прекрасном экологическом состоянии благодаря удалённости, труднодоступности и малой известности возвышенности Биш-чохо (Бесшоки).

Район горы Малое Богдо находится на территории Бокейординского района Западно-Казахстанской области Республики Казахстан в 40 км к северо-востоку от озера Баскунчак и представляет собой солянокупольное поднятие (абс. отм.: +64 м). Оно состоит из комплекса простирающихся в широтном направлении, невысоких холмов. Длина поднятия - около 3,5 км. Наиболее высокая точка обособлена в виде холма и находится на восточной окраине поднятия. Местное название этого холма – «Джаман-тау» (казах. - «плохая, гнилая гора»). Карст данного поднятия связан с выходом на поверхность карстующихся пород кепрока, представленных сильно дислоцированными, серыми, толстослоистыми, крупно- и среднезернистыми гипсами нижнепермского возраста (P₁kg). Гипсы на поверхности выветрены. Карстующиеся гипсы сверху перекрыты верхнепермскими известняками (плотными, светлыми, однородными). Гипсы карстуются природными тало-дождевыми водами. Подземные воды залегают неглубоко. Карстовый рельеф представлен поверхностными формами: каррами, понорами, воронками и котловинами. Пещеры и другие подземные карстовые формы на поднятии Малого Богдо пока не найдены.

Район горы Чапчачи (с калм. – «рубленая, рассеченная гора») находится на территории Курмангазинского района Атырауской области Республики Казахстан в 85 км к юго-востоку от озера Баскунчак и представляет собой солянокупольное поднятие (абс. отм.: +45 м) в виде группы невысоких холмов сложенных нижнепермскими отложениями каменной соли и гипса и прикрытых тонким чехлом хвалынских морских осадков. В ходе экспедиционных работ (май 1997 г.) мне удалось бегло ознакомиться с этим районом. Карстуются на небольших площадях гипсовые и соляные породы. Была найдена одна небольшая горизонтальная пещера-лаз в соли протяжённостью менее 4 м. Других пещер не обнаружено. Однако район имеет перспективы для спелестологических исследований, так как здесь 150 лет назад шахтным способом добывалась соль. Один из входов был мною осмотрен, но оказался замытым и не проходимым.

Район поднятия Худайберген. Поднятие Худайберген располагается на территории Курмангазинского района Атырауской области Республики Казахстан, в 15 км север-северо-западнее возвышенности Биш-чохо. Оно представляет собой солянокупольное поднятие, приподнятое над окружающей степью и выраженное в виде волнистого плато, осложнённого обилием карстовых воронок.

Грунтовые воды залегают на небольшой глубине 1-3 м. По данным А.А. Богданова [3], обнаружившего поднятие Худайберген в 1932 году, площадь поднятия около 10-12 км² (протяжённость до 5 км, при ширине около 2,5 км). По периметру, за исключением восточной стороны, края плато приподняты в виде гряд, крутонаклонённых в сторону окружающей степи. Внутренние склоны гряд более пологие. Южная, северная и западная гряды данного поднятия называются буграми: Худайберген, Кыркоба и Кособа (Костюбе).

С карстом поднятия Худайберген автору довелось познакомиться в 1997-1999 гг. в ходе экспедиций Астраханского отделения РГО по территории Волго-Уральских песков. Карст относится к типу покрытого. Карстующиеся породы покрыты рыхлым осадочным чехлом древнекаспийских (дохвалынских) отложений. Карстовый рельеф Худайбергена представлен поверхностными формами: каррами, понорами, воронками, котловинами, слепыми оврагами. Пещеры и другие подземные карстовые формы на поднятии Худайберген пока не найдены. Однако этот факт можно объяснить малой степенью изученности.

Индер-Эмбенский карстовый округ объединяет следующие карстовые районы: окрестности озёр Индер и Челкар (казах. Шалкар).

Район окрестностей озера Индер находится на территории Индерборского района Атырауской области Республики Казахстан на левобережье реки Урал и представляет собой солянокупольное поднятие в виде платообразной возвышенности, приподнятой над окружающей степью на 20-25 м и осложнённой гипсовыми холмами и карстовыми воронками.

Так же, как и район окрестностей озера Баскунчак, Индерское поднятие издавна привлекало к себе внимание многих отечественных исследователей, таких как П.С. Паллас, П.А. Православлев и др. Однако наиболее полные исследования геологии данного района начались только в середине 30-х годов в связи с открытием и разведкой месторождения боратов. В 1935-1936 годах здесь работала Индерская Боратовая экспедиция ЦНИГРИ. Карстовые процессы и явления изучались З.В. Яцкевичем, Г.Р. Алещенко, С.С. Коробовым, И.К. Поленовым, Э.И. Нурмамбетовым, А.В. Сотниковым, Ю.В. Архидьяконских и др.

На северном и северо-восточном берегах озера Индер развит сульфатный карст, обусловленный выходом на дневную поверхность древних осадочных пород позднепалеозойского возраста, представленных толщей элювиального гипса (eP_2-Q). Карстующиеся породы подняты на дневную поверхность вследствие соляного тектогенеза и составляют верхнюю часть кепрока соляно-купольного массива. Поверхность плато активно закарстована. Карстовый рельеф представлен воронками различных типов, понорами, оврагами, котловинами, долинообразными понижениями и пещерами. Среди различных форм карстового рельефа в окрестностях озера Индер наибольший интерес вызывают пещеры. Они распространены в центральной и восточной частях Индерского поднятия. Интересно, что в отношении количества пещер, мнения исследователей расходятся. Одни утверждают, что они малочисленны и незначительны, другие отмечают большое их количество. Противоречат и их описания. Если учесть, что в работах исследователей приводится в целом весьма беглое, в общих фразах, с приблизительными параметрами описание пещер, то можно сделать вывод о слабой спелеологической изученности района и недооценке ими роли спелеологического метода при карстологических исследованиях.

В ходе экспедиционных работ проводимых членами секции спелеологии и карстования Астраханского отделения РГО, при изучении карстового рельефа сформировавшегося на Индерском поднятии, особое внимание уделялось поиску и обследованию карстовых пещер. Нами было обнаружено несколько пещер, среди которых две пещеры ранее уже бегло упоминались в публикациях различных исследователей. Это карстово-эрозионные пещеры Утелис-Кстау и Колодец Одноглазый (табл. 1).

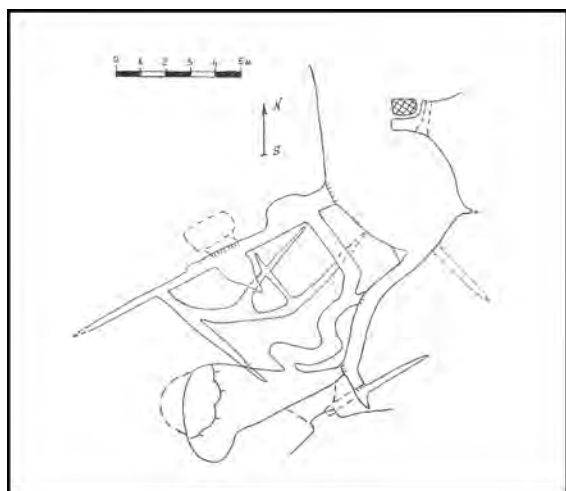


Рис. 7. План пещеры Утелис-Кстау (Съёмка: И.В. Головачев, Е.А. Лисица, 2011г)

Пещера Утелис-Кстау (от казах. «Отемис кыстау» - «зимовка Отемиса») – наиболее известная и доступная пещерная полость (рис. 7). Её краткое описание и схему приводит в своей статье З.В. Яцкевич [12]. Пещера горизонтальная, находится в восточной части Индерского поднятия. Утелис-Кстау относится к коррозионно-эрозионному типу и располагается вблизи дневной поверхности. Выработана в гипсовых отложениях кепрока соляного купола (eP_2-Q). Пещера проходная, имеет два входа, различных по размеру и морфологии. Основной вход обращён на север и имеет размеры: высоту – 3,7 м, ширину – 3 м. Пещера представляет собой крупный хорошо освещённый подземный зал (площадью – 24 м², объёмом – 45 м³ и высотой до 1,8-2 м), который связан с системой трещин и каналов различных размеров и морфологии. Отложения пола в пещерном привходовом зале представлены тонкой пылеватой супесью, покрывающей гипсовый грубообломочный материал. Общее экологическое состояние пещеры – удовлетворительное. Микроклимат пещеры из-за крупных размеров входного отверстия сильно зависит от поверхностных метеоусловий.

Пещера Колодец Одноглазый (рис. 8) представляет собой карстовый колодец, раскрывающийся в нижней части в небольшую пещерную полость. Горловина колодца имеет размеры 10 м×4 м, в средней и нижней части 6-5 м×1 м. Глубина до дна пещеры - 29 м. У самого дна колодец переходит в пещерную камеру, высотой до 6 м, шириной 11 м и длиной 13 м. Посреди этой камеры под колодцем располагается конус обвальных отложений высотой до 4-5 м, занимающий всю площадь дна пещерной полости. Пещера представляет собой «холодный

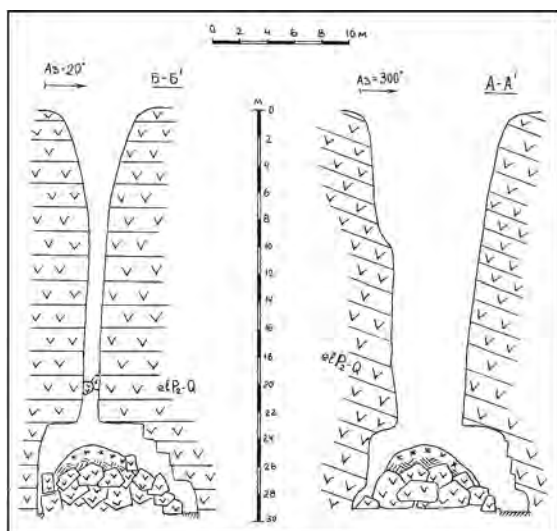


Рис. 8. Разрезы Колодца Одноглазый (Съёмка: И.В. Головачев, Е.А. Лисица, 2011г)

мешок». На момент обследования (первая неделя мая) стены и своды пещеры покрыты инеем. На дне колодца до лета лежит фирновый снег и лед. О длительном застаивании холодного воздуха в карстовых пустотах и воронках, благодаря чему снег может сохраняться в течение всего года упоминает и З.В. Яцкевич [12]. На дне пещеры валяется мусор, скинутый местными жителями в колодезь. Однако следов пребывания людей в пещере не отмечено. Надписи и рисунки на стенах и сводах пещеры отсутствуют. Пещера труднодоступна и очень не удобна для спуска.

Остальные 2 пещеры представляют собой узкие относительно длинные полости коррозионно-разрывного типа, расположенные на гребнях гипсовых бугров в непосредственной близости от дневной поверхности. Одна из этих пещер представляет собой «холодный мешок»

и имеет снежно-ледяные отложения.

Район окрестностей озера Индер требует дальнейшего детального карстолого-спелеологического обследования. Секция спелеологии и карстоведения Астраханского отделения РГО ближайшие годы планирует продолжить поиск и обследование пещер в этом карстовом районе.

Район окрестностей озера Челкар (казах. Шалкар) находится на территории Сырымского и Теректинского районов Западно-Казахстанской области Республики Казахстан на левобережье реки Урал в 75 км юго-восточнее города Уральск и представляет собой солянокупольное поднятие.

Челкар (Шалкар) – одно из крупнейших озер не только Казахстана, но и всей Юго-Восточной Евразии. Площадь водной поверхности озера составляет 240 км². Озеро окаймлено с севера и юга двумя островными поднятиями – горами Сантас и Сасай. *Гора Сантас*, площадью около 700 га, расположена на северном берегу озера. Платообразное поднятие (абс. отм.: +75 м) вытянуто с юга на север на протяжении около 8 км. Сложена гора преимущественно песчаником, известняками и песками. В западной части южного склона имеются выходы мела, который добывается местным населением. Гора является геолого-ботаническим памятником областного значения. *Гора Сасай*, площадью около 400 га, представляет собой плато (абс. отм.: +94 м) расположенное на южном берегу озера Челкар (Шалкар). Склоны горы Сасай полого спускаются к озеру. Гора сложена гипсовым и песчаным камнем. Карст этого района в литературе не описан. Наличие пещер не известно.

Район окрестностей озера Челкар (Шалкар) требует дальнейшего детального карстолого-спелеологического обследования. Секция спелеологии и карстоведения Астраханского отделения РГО ближайшие годы планирует проведение исследовательских работ в этом карстовом районе.

В целом для территории Северного Прикаспия характерна слабая спелеологическая изученность. Этот регион очень самобытен и обладает комплексом особенностей развития карстовых процессов и явлений, обусловленных историей развития Прикаспия и его географическим расположением.

Перечень пещер Северного Прикаспия
(по состоянию на 01.01.2014 г.)

№ п.п.	Название пещеры	Протяжённость (м)	Глубина (м)	Амплитуда (м)	Площадь (м ²)	Объём (м ³)	Возраст и литология вмещающих пород
НИЖНЕВОЛЖСКО-УРАЛЬСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ Западно-Прикаспийская карстовая провинция I. Прибаскунчакский карстовый округ 1. Окрестности озера Баскунчак							
1.	Альбина	11,0	0,5	2,5	35,0	39,0	Гипс (Р,kg)
2.	Астраханка	28,0	7,5	9,5	11,0	16,0	Гипс (Р,kg)
3.	Баскунчакская	1480,0	32,0	32,0	-	9470,0	Гипс (Р,kg)
4.	Водяная-1	20,0	10,0	12,0	16,0	36,0	Гипс (Р,kg)
5.	Водяная-2	46,0	13,5	13,5	34,0	85,0	Гипс (Р,kg)
6.	8 ноября	30,0	7,0	9,5	19,0	58,0	Гипс (Р,kg)
7.	Глубокий разломчик	22,0	10,5	10,5	4,8	25,0	Гипс (Р,kg)
8.	Грелка	12,5	12,5	12,5	2,5	31,0	Гипс (Р,kg)
9.	Гробик	67,0	13,5	15,0	42,0	167,0	Гипс (Р,kg)
10.	Девять дыр	71,0	0,0	5,0	97,0	128,0	Гипс (Р,kg)
11.	Денискина	26,0	5,5	6,5	42,0	34,0	Гипс (Р,kg)
12.	Длинный разломчик	17,0	5,5	8,5	6,5	18,0	Гипс (Р,kg)
13.	Карман	10,0	2,0	3,0	20,0	12,5	Гипс (Р,kg)
14.	Крестик	23,0	8,0	8,0	10,0	32,0	Гипс (Р,kg)
15.	Кристалльная	135,0	27,0	27,0	190,0	480,0	Гипс (Р,kg)
16.	Метро	86,0	4,0	4,0	77,5	70,0	Гипс (Р,kg)
17.	Михайловская	38,0	22,0	22,5	19,0	85,0	Гипс (Р,kg)
18.	Натёчная	16,5	7,5	8,5	27,0	90,0	Гипс (Р,kg)
19.	Невидимка	46,7	14,5	16,2	15,0	90,0	Гипс (Р,kg)
20.	Обманка	17,0	5,0	7,0	25,0	29,0	Гипс (Р,kg)
21.	Органная	26,0	1,4	2,5	18,0	25,0	Гипс (Р,kg)
22.	Первомайская	67,0	3,5	4,0	39,0	30,0	Гипс (Р,kg)
23.	Подорожник	11,0	1,5	3,5	18,0	32,0	Гипс (Р,kg)
24.	Слепая	15,0	2,0	3,0	27,0	40,0	Гипс (Р,kg)
25.	Сюрприз	60,0	15,5	16,0	53,0	90,0	Гипс (Р,kg)
26.	Фамильная	23,0	4,5	10,0	12,0	79,0	Гипс (Р,kg)
27.	Чабанская	62,0	3,0	5,0	40,0	60,0	Гипс (Р,kg)
28.	Череп	68,0	7,0	10,0	98,0	270,0	Гипс (Р,kg)
29.	Шарбулакская	46,0	9,5	10,0	60,0	38,0	Гипс (Р,kg)
30.	Шаровская-1	22,0	0,0	4,5	65,0	167,0	Гипс (Р,kg)
31.	Шаровская-2	12,0	4,0	5,0	32,0	90,0	Гипс (Р,kg)
32.	Шаровская-3	19,0	3,0	4,0	36,0	22,0	Гипс (Р,kg)

Таблица 1 (продолжение)

Перечень пещер Северного Прикаспия
(по состоянию на 01.01.2014 г.)

№ п.п.	Название пещеры	Протяжённость (м)	Глубина (м)	Амплитуда (м)	Площадь (м ²)	Объём (м ³)	Возраст и литология вмещающих пород
2. окрестности озера Эльтон - пещеры не обнаружены							
3. Район горы Малое Богдо - пещеры не обнаружены							
4. Район горы Чапчачи - пещеры не обнаружены							
5. Поднятие Худайберген - пещеры не обнаружены							
6. Возвышенность Биш-чохо (казах.: Бешоқы)							
1.	Кененбай	19,0	1,0	7,0	160,0	480,0	Гипс (P ₁ kg)
2.	Биш-чоховская 1 (Б-ч 1)	20,0	11,5	12,0	94,0	415,4	Гипс (P ₁ kg)
3.	Биш-чоховская 2 (Б-ч 2)	17,0	9,5	12,5	72,0	231,0	Гипс (P ₁ kg)
4.	Биш-чоховская 3 (Б-ч 3)	11,0	3,0	7,0	34,0	43,0	Гипс (P ₁ kg)
5.	Биш-чоховская 4 (Б-ч 4)	9,0	3,5	9,0	30,0	51,6	Гипс (P ₁ kg)
6.	Курмангазы	69,0	7,0	15,5	96,0	82,0	Гипс (P ₁ kg)
7.	Логово	144,0	2,0	10,5	173,0	164,4	Гипс (P ₁ kg)
8.	Мечта	44,0	12,0	16,0	440,0	1050,0	Гипс (P ₁ kg)
9.	Одуванчик	30,0	5,0	13,0	42,0	54,4	Гипс (P ₁ kg)
10.	Стенка	18,0	1,5	6,5	21,0	8,5	Гипс (P ₁ kg)
II. Индерско-Эмбенский карстовый округ							
1. Окрестности озера Индер							
1.	Утелис-Кстау	70,0	1,5	7,0	60,0	120,0	Гипс (eIP ₂ -Q)
2.	Колодец Одноглазый	45,0	29,0	29,0	120,0	1000,0	Гипс (eIP ₂ -Q)
2. Окрестности озера Челкар (казах.: Шалкар) - пещеры не обнаружены							

Литература

1. Ауэрбах И.Б. Гора Богдо. Исследования, произведённые по поручению Императорского Русского географического общества в 1854 году. – С-Пб., 1871. – 81 с.
2. Белонович А.В., Цой О.Б. Пещера Баскунчакская. Краткая история и результаты исследования (К 20-летию спелеосекции г. Саратова). // Спелеология Самарской области. Выпуск 2. – Самара, 2002. – С. 83-90.
3. Богданов А.А. Соляные купола Нижнего Заволжья. // Бюллетень МОИП, отд. геол., т. XII. – М., 1934.
4. Гвоздецкий Н.А. Карстовые явления в окрестностях оз. Баскунчак. // Памяти профессора А.Н. Мазаровича. – М.: МОИП, 1953.
5. Гедеонов А.А. Пещеры окрестностей озера Баскунчак. // Известия Всесоюзного географического общества, т. 72, Выпуск 3, 1940. – С. 400-403.
6. Головачев И.В. Карст и пещеры Северного Прикаспия [Текст]: монография / И.В. Головачев. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 215 с.
7. Морозов Л.Н., Свидзинский С.А. Особенности карста на Эльтонском месторождении калийных солей. // Гидрогеология и карстоведение. Выпуск 6. – Пермь, 1975. – С. 60-65.
8. Певнев А.К. Современные движения земной поверхности в районе Баскунчакской солянокупольной структуры. – М.: Наука, 1968.
9. Православлев П.А. К геологии окрестностей Баскунчакского озера. // Известия Варшавского университета, выпуск 3. – Варшава, 1902.

10. Ралль Ю.М. Древняя степь «Бесь-Чохо» в Волжско-Уральских песках. // Природа, № 4, 1935. – С. 55-60.
11. Федченко Г.П. О самосадочной соли и соляных озёрах Каспийского и Азовского бассейнов. – М., 1870. – 73 с.
12. Яцкевич З.В. Материалы к изучению карста Индерского поднятия. // Известия Всесоюзного географического общества. Т. 69, выпуск 6, 1937. – С. 937-955.

ПРОПАСТЬ СУМГАН (ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ)

В.Г. Камалов, М.А. Чванов

ООО «Архстройизыскания», РБ, oooasiz@mail.ru
Аксаковский фонд, РБ, Aksakov-museum@mail.ru



Рис. 1. Рая Каримова и Евгений Данилович Богданович. 1966 г.

Введение. В 1964 году началось планомерное исследование Кутукского урочища в Мелеузовском районе Башкортостана: открытие и описание пещер, изучение уникального ландшафта.

1965 год. В августе небольшая группа энтузиастов во главе с преподавателем геодезии Башгосуниверситета Богдановичем Евгением Даниловичем (рис. 1), спустившись по реке Белой от Каповой пещеры, встала лагерем на великолепной по красоте поляне Сакаска. Главная задача экспедиции: выполнить топографическую съёмку от уреза р. Белой к Кутукскому урочищу и в, частности, к входу пропасти Сумган, что составляло около 4,5 км (рис. 2), продолжение изучения морфологии и морфометрии известных пещер и открытие новых.

Упомянутая пропасть, как и ряд других пещер Кутукского урочища, была впервые описана в сентябре 1960 г. геологами А.И. Олли и Р.Э. Алкснэ. Глубину пропасти они оценили в пределах 100-120 м. По их мнению пещеры урочища образовались в визейских известняках в результате деятельности ключа Кутук [4].

1966 год. Областным Советом по туризму организуется карсто-спелеологическая экспедиция спелеологов БГУ во главе с журналистом-краеведом газеты «Ленинец» Михаилом Андреевичем Чвановым, ныне известным российским писателем и путешественником, председателем Аксаковского фонда (рис. 3). Научные руководители экспедиции: Евгений Данилович Богданович и Иван Константинович Кудряшов (рис. 4). Цель экспедиции: спуск по главному стволу пропасти и топографическая съёмка подземных галерей, их морфометрическое описание. Численность участников составила 14 человек (рис. 5). В течение 10 дней было открыто и снято около 3 км подземных ходов, залов и гротов среднего горизонта пещеры. В самом сухом и тёплом «Проспекте геофака БГУ» (таково его полное название, одобренное всем факультетом) был устроен палаточный лагерь (рис. 6), в котором участники 3 ночи постигали жизнь пещеры – её дыхание, звуки.

1967 год. Запланировано продолжение исследования пропасти. В марте пришло известие, что незарегистрированная в Областном Совете по туризму группа из 5 спелеологов МГУ спустилась в пропасть. В результате нарушения элементарных правил техники безопасности, практически не зная об особенностях климатических условий района (мартовские оттепели), входного пространства пропасти (углубление перед краем в виде ванны, где скапливалась вода даже от дождей, образование ледника по стволу пропасти), погибли двое руководителей экспедиции.

В августе спелеологи БГУ почти в том же составе (дополнительно был приглашён врач – Виктор Михайлович Соколов – рис. 7) продолжили исследование пропасти. За 12 дней с четырьмя ночёвками в гроте готического стиля выполнена топографическая съёмка галерей среднего и нижнего уровней пропасти, обследована подземная речка Сумган-Кутук (рис. 8) до

участка, где она пропадает в очередной раз. У сифона обнаружили комара. Как у Окуджавы: «мы поймали комара, он погиб в неравной схватке». Правда, мы положили его в коробочку и передали участнику экспедиции биологу Кнису Владимиру (диссертацию защитил по подземной фауне). Общая протяжённость пропасти составила 5,3 км, глубина 134 м. Е.Д. Богдановичем выполнены цветная фотографическая съёмка и фильм, продемонстрированный по Башкирскому телевидению.

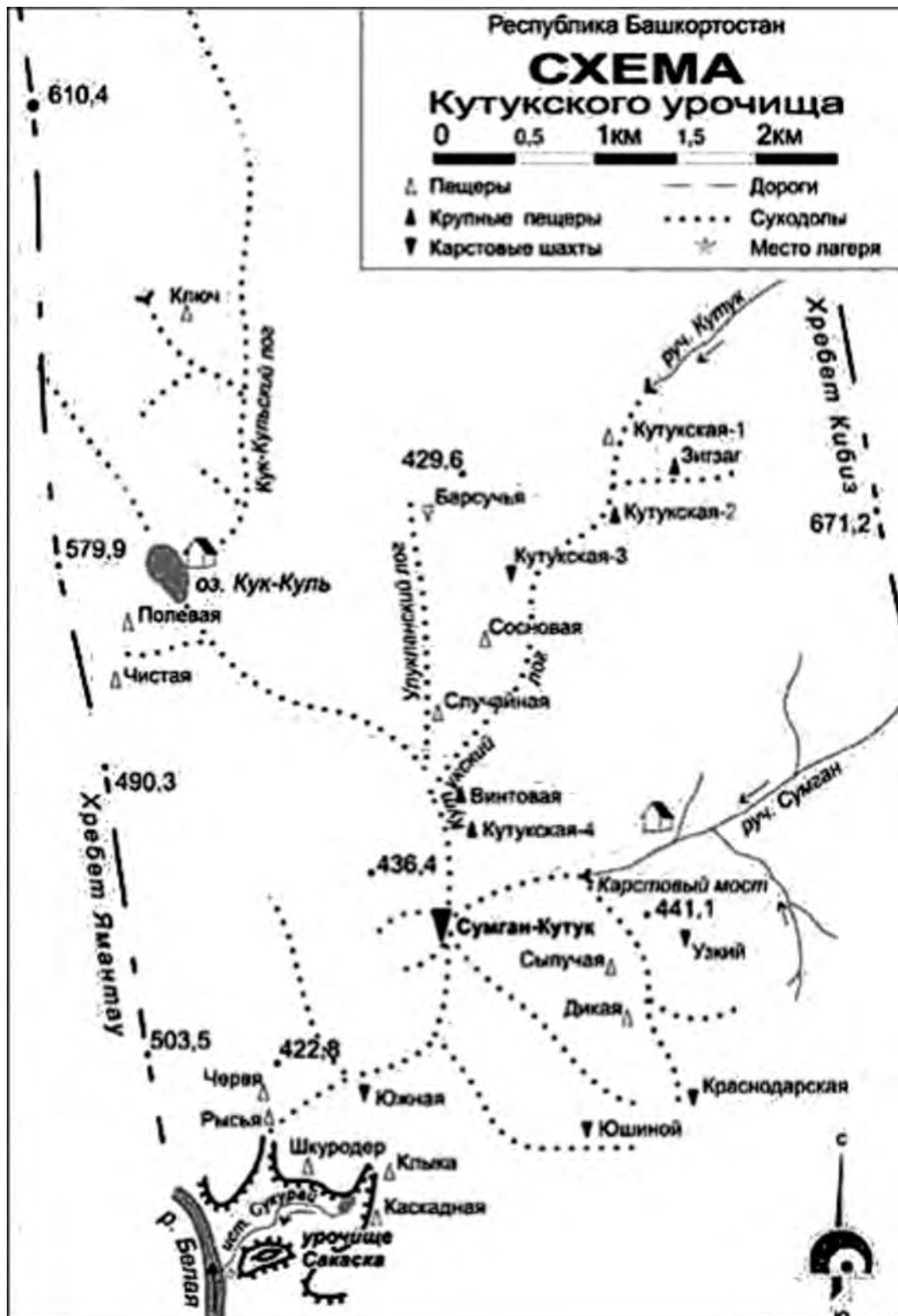


Рис. 2. Схема Кутукского урочища (ист. www.nashural.ru)



Рис. 3. Михаил Чванов. На Сакаске зимой. 2013 г.



Рис. 4. Иван Константинович Кудряшов. Сакаска. 1967 г.



Рис. 5. Первые исследователи пропасти Сумган. 1966 г.



Рис. 6. Галерея «Проспект геофака БГУ». Палаточный городок. 1966 г.



Рис. 7. Виктор Михайлович Соколов. 1967 г.



Рис. 8. Сплав по подземной реке Сумган-Кутук. В лодке И.К. Кудряшов и Е.Д. Богданович. 1967 г.

1968 год. Организован поход-прощание с пропастью. Какие-либо большие исследовательские задачи не ставились. Кое-что уточнить, дополнить, походить-поползать по некоторым галереям (ходам) и уголкам пропасти, которым спонтанно дали названия, используемые в научной литературе, спелеологами и туристами: по «Коровьему Ходу», залам «Кубиков», «Слона», «Актовому» с трибуной, стоящей на краю разлома с амплитудой смещения около 1м, подняться на «Эверест», где обняться на вершине с молочно-белым сталагнатом, спуститься в спальный лагерь - «Перспект Геофака БГУ» и колодец «Туманный», послушать музыку-журчанье подземной реки Сумган-Кутук (ныне уничтоженной водохранилищем)... Да и название «**Пропасть Сумган**» звучит романтично, мужественно и загадочно (рис. 9).



Рис. 9. Вход в пропасть Сумган.
2004 г. (Н. Галиев)



Рис. 10. Обмер сталактита «Борода»

Природные условия урочища. Широко известная сейчас пропасть Сумган находится в Мелеузовском районе Башкортостана, в Кутукском урочище, расположенного на довольно плоском Бельско-Нугушском междуречье между субмеридионального простирания хребтами Ямантау и Кибиз с абсолютными отметками отдельных высот до 610 м. Водораздел в рельефе выражен слабо. Карстовый ландшафт изобилует локальными проседаниями, воронками различных размеров и генезиса, в которых существуют поноры, поглощающие поверхностные воды, озёра с геометрически чёткими очертаниями, величественными гротами, провалами перед входами некоторых пещер. Ручьи Кутук и Сумган, исчезающие на поверхности, образовали в пропасти подземную речку (рис. 8), которая появляется на поверхности высокой поймы р. Белой в виде голубого источника Сукурай. Большинство карстопроявлений прослеживаются по днищам суходолов, вытянутых по тектоническим нарушениям. Генезис воронок преимущественно коррозийный и коррозонно-провальный.

Геологический разрез сложен серыми массивными относительно чистыми известняками визейского яруса нижнего карбона. В тектоническом плане пропасть расположена в осевой части Кутукской синклинали Ашинско-Алимбетовской структуры Западно-Уральской внешней зоны складчатости. Заложена она в интенсивно закарстованном массиве по разветвлённой системе разрывных нарушений и интенсивной трещиноватости, образуя пещерную систему. Последняя концентрирует сток трещинных и трещино-карстовых вод в карбонатных породах зоны выветривания, пополняемых агрессивными атмосферными водами [1, 2, 3].

Урочище расположено в пределах карстовой области южной части внешней зоны складчатости, где горный подтип карста развивается в карбонатных породах [2], для которого характерно:

- небольшая скорость химической денудации (не более 100 м³/год·км²) и очень низкая (сотые доли %) активность развития процесса, что обусловлено невысокой растворимостью карбонатов в природных водах (200-300 мг/л);

- значительные размеры карстовых полостей (до нескольких тысяч м³), а отсюда высокие значения объемного коэффициента закарстованности и коэффициента фильтрации (до 100-200 м/сут, иногда до 500 м/сут);
- незначительная частота провалов (не более 0,1 случая в год на 1 км²), но значительный их размер (диаметр от 10 до 50, иногда до 100 м);
- порово-трещинно-карстовый тип водопроницаемости (пористость от 30 до 50%);
- образование остаточного продукта карстового процесса - известково-доломитовой муки, легко подверженной суффозии;
- возможность активизации суффозии карбонатно-доломитовой муки или перекрывающих отложений в полости.

Некоторые особенности и параметры пропасти:

- весьма грандиозный и впечатляющий вход размером 22 на 12 м, вытянутый вдоль тектонического нарушения, которое к северо-востоку прослеживается на поверхности в виде канавы; у юго-западного края пропасти небольшая площадка ваннообразного вида, заполненная слоем почвы и наносов (рис. 9);
- пропась относится к ледяным, вход часто запечатывается льдом, холод распространяется по галереям до 300 м, около ствола пропасти на уступе среднего этажа лежат пласты льда, на нижнем этаже даже в августе стоят высокие ледяные колонны[4];
- от ствола пропасти отходят галереи на трёх уровнях;
- натечные образования представлены сталактитами, сталагмитами, сталагматами, кальцитовыми покровами, гурами, кое-где встречаются гелектиты. Отдельные сталактиты гигантских размеров — «борода» (рис. 10); отмечаются земляные пирамиды бронированные кальцитом — это «останцы, образовавшиеся за счёт размыва капающей со свода водой»[6] (рис. 11);
- подземная речка, протекающая на третьем уровне, напоминает поверхностные водотоки: извилистое русло, пляжи, перекаты, плёсы и миниатюрные террасы, на стенах заметны полосы-отметины уровня подъёма воды весной до 2-3 м;
- возраст пропасти около 6 млн. лет [2, 7].



Рис. 11. Сумган. Натечные образования. Салимгалеев Р.Т. 2010 г.

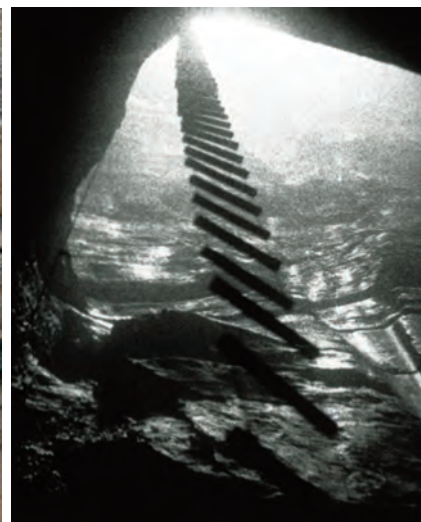


Рис. 12. Лестница в небо. 1966 г.

Заключение. Исследуемая территория урочища интенсивно закарстована. Здесь на сравнительно небольшой по площади территории сосредоточены все необходимые условия и факторы для развития карста - это, прежде всего, карстующиеся карбонатные породы значительной мощности, заполняющие Кутукскую синклиналь, осложнённую разрывной тектоникой. Находясь в зоне умеренного питания, геоморфологического положения (межхребтовое понижение), атмосферные воды свободно инфильтруются через маломощный чехол четвертич-

ных отложений и трещиноватые известняки, создавая движущиеся подземные потоки агрессивных трещинно-карстовых вод.

За прошедший 50-летний период исследования пропасти различными группами спелеологов страны (Уфа, Свердловск, Казань, Москва, Усть-Каменогорск и др.), суммарная длина её галерей и гротов теперь составляет 9860 м, глубина 134 м [8].

Вероятно из ложной скромности или из чувства восхищения красотой, сотворённой Природой, первоисследователи не оставили на стенах пропасти своих опознавательных знаков. Поэтому отмечая юбилейную дату исследования уникального природного явления, Кутукское урочище и пропасть Сумган, следует упомянуть фамилии первых энтузиастов-спелеологов-карстоведов. На рисунке 5 слева направо стоят: Анатолий Горин, Михаил Чванов, Николай Безроднов, Владимир Камалов, Александр Жаркевич, Александр Петраш, Раиса Каримова, Борис Викторов, Евгений Шаров, Иван Константинович Кудряшов, Евгений Данилович Богданович; сидят: слева Рудольф Бураков, справа Эдуард Нигматуллин. За кадром: Владимир Книсс, Виктор Михайлович Соколов, Юрий Соколов, Леонид Усольцев, Юрий Винницкий. Двое из группы спелеологов награждены Министерством геологии СССР медалью «Отличник разведки недр». Результаты исследований (план пропасти, пояснительная записка) доложены на кафедрах геоморфологии Башкирского, Львовского и Одесского госуниверситетов и опубликованы в научных изданиях[3]. Кроме репортажей в газете «Ленинец» Михаил Чванов вскоре написал повесть «Лестница в небо» (рис. 12) [9].

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф., Тюр В.А., Юров В.М. Юмагузинское водохранилище (формирование гидрологического и гидрохимического режимов). Институт геологии ИЦ РАН: Уфа, 2008.
2. Абдрахманов Р.Ф. и др. Карст Башкортостана. Уфа. 2002. С. 314-316.
3. Богданович Е.Д. В кн. География Башкирии за 50 лет. Уч. Зап. Башкирского госуниверситета, вып.ххх, сер. геогр., № 2, Уфа, 1967.
4. Вахрущев Г.В. Ледяные пещеры в карбонатных породах Башкирии. Пещеры. Вып. 12-13. Пермь. 1968. С. 108-117.
5. Камалов В.Г. План пропасти Сумган в Кутукском урочище Башкирии. Курсовая работа. Кафедра физической географии и геоморфологии Башгосуниверситета. 1967.
6. Лобанов Ю.Е. и др. О микроклимате пещеры Сумган-Кутук. Пещеры. Вып. 12-13. 1968. С. 60-67.
7. Мартин В.И., Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Пещеры Башкирии. Пещеры. Пермь. 1993. С. 30-59.
8. Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Кадастр пещер горной части Башкирии (Южный Урал) и распределение их по возрасту карстующихся пород. Свет. №1(3). 1992.
9. Чванов М.А. Лестница в небо. Записки спелеолога. Повести, рассказы, эссе. Москва. Голос-Пресс. 2004.

О ГЕОЛОГИИ ПЕЩЕРНОЙ СИСТЕМЫ СНЕЖНАЯ-МЕЖЕННОГО-ИЛЛЮЗИЯ (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

Б.Р. Мавлюдов

Институт географии РАН, Москва, Старомонетный пер., д. 29

Несмотря на то, что пещерная система Снежная-меженного-Иллюзия (СМИ) была открыта довольно давно, в 1971 г., геологические особенности территории и самой пещеры нельзя назвать хорошо изученными. Эта территория с геологической точки зрения была изучена в 1950-х гг. и позднее при составлении геологической карты масштаба 1:50000 [2], и масштаба 1:200000 [10].

Казалось бы, все здорово – есть кондиционные государственные геологические карты, которые можно использовать для всевозможных геологических и структурных построений

при анализе строения пещерной системы СМИ. Основываясь на этих данных геологов, предпринимались попытки объяснить строение пещеры [11, 14], но эти интерпретации нельзя назвать очень удачными. В том же ключе были использованы данные С.Г. Букия при анализе строения Бзыбского карстового массива в работе [4]. Еще в работе [14] мы поднимали вопрос о некоторых противоречиях, связанных с имеющейся геологической картой. В частности в пещере было четко видно, что «намывные брекчии» мощностью 30-40 м, которые у С.Г. Букия помещены на границе меловых и юрских пород, на реке в пещерной системе СМИ имеют гораздо большую мощность. Это важно, поскольку именно к этой толще приурочена большая часть русла подземной реки.

Для понятия ситуации требовалось проведение уточнения существующей геологической карты, однако практически никаких геологических исследований в пещере и на окружающем карстовом массиве длительное время не проводилось. Тем не менее, в последнее время появилась публикация, косвенно связанная с изучением геологии пещерной системы [1], в которой утверждается, что пещерная система заложена в доломитизированных известняках, а «намывные брекчии» опускаются вовсе.

В этой статье мы попробуем в общих чертах разобраться с геологическим строением Хипстинского карстового массива и пещерной системы СМИ.

Методика. В статье использованы собственные маршрутные исследования автора, которые были проведены на Хипстинском карстовом массиве в 1986 и 2012 гг., а также исследования в пещерной системе СМИ (в ветке Снежная), выполненные во время экспедиций 1980, 1981, 1986, 2000 и 2012 гг.

Геологическое строение Хипстинского массива. По имеющимся данным Хипстинский карстовый массив является либо самостоятельной величиной [15] или служит частью Бзыбского карстового массива [4] (. Мы придерживаемся первой версии [12], поскольку Хипстинский карстовый массив является вполне обособленной геологической структурой и гидрогеологической единицей. Правда, в последнее время было доказано, что воды южного склона Хипстинского массива дренируются (по крайней мере, частично) в карстовый источник Мчишта, расположенный на окраине Бзыбского массива и получающий основные воды с него [7, 8]. Это подтверждает подвешенный характер реки Хипста в районе Калдахварского сброса, но вряд ли обосновывает приращение Хипстинского массива к Бзыбскому.

В строении Хипстинского массива в основном принимают участие породы юрской и меловой систем. Верхнеюрские и нижнемеловые породы представлены в основном карбонатными разностями, которые смяты в продольные складки, имеющие общекавказское простирание. В пределах массива выделяются две антиклинальные и одна синклиальная складка. Складки осложнены разломными нарушениями, также имеющими общекавказское простирание. Наиболее крупная антиклинальная складка находится в южной части массива и приурочена к гребню хребта Раздельный (ось складки смещена несколько севернее гребня хребта) и является восточным продолжением антиклинали Арабика [6]. Синклиальная складка расположена в долине реки Дзбажа, а вторая антиклиналь приурочена к гребню Бзыбского хребта с вершинами Акугра и Турецкая Шапка. Пещерная система СМИ приурочена к южному, довольно пологому, крылу первой антиклинали.

Вот описание геологической толщи, которое дается на геологической карте [2, 3]. В геологическом строении южной части Хипстинского массива принимают участие мощные комплексы карбонатных образований верхней юры, мела и палеоцена. Нас в первую очередь интересуют верхнеюрские и нижнемеловые образования, поскольку именно они занимают подавляющую часть территории массива. Верхнеюрские отложения распространены в основном в средней части массива между вершинами Хипста и Акугра. Эти отложения фациально весьма изменчивы как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Они трансгрессивно залегают на размывтой поверхности порфиритовой свиты байоса (некарстующиеся толщи) и, в свою очередь, согласно переходят в нижний неом. С.Г. Букия подразделяет верхнеюрские отложения на три свиты: а) свита песчаников и глин келловой-оксфорда; б) свита песчаников, песчаных глин и известняков киммериджа; в) свита доломитизированных известняков и мергелей титона. Общая мощность известняковой и доломитовой части 400-500 м [5].

Нижнемеловые известняки лежат согласно на известняках титона и мало чем от них отличаются, уверенно граница между юрой и мелом проводится только в северной части массива, где она проведена в основании пласта крупно-среднезернистых песчаников мощностью 2-3 м. В южной части массива этот прослой песчаника пропущен или отсутствует. Приведем более детальное описание разреза нижнемеловых отложений (по данным С.Г. Букия), поскольку в них заложена гидросистема СМИ.

Нижний неон [2, 9]. Разрез на восточном склоне г. Брзышха. Отложения нижнего неона обнажаются на северном склоне хребта Раздельный в основании обрыва.

1. Чередование темносерых, битуминозных средне- и толстослоистых известняков, мергелистых известняков, сильно песчанистых известняков и мергелей. В подошве крупно-среднезернистые песчаники – 2-3 м. Общая мощность 105-110 м.
2. Мергели темно-серые среднеслоистые с прослоями темно-серых плотных мергелистых известняков. В подошве отдельные линзы желтовато-серых среднезернистых песчаников. Общая мощность 90-95 м.
3. Известняки толстослоистые массивные серые и желтовато-серые плотные с раковистым изломом и мергели. Общая мощность 15 м.
4. Доломиты буровато-коричневые, зернистые, толстослоистые, массивные. Общая мощность 25 м.
5. Намывная брекчия, сложенная из угловатых обломков доломитизированных известняков, сцементированных известковым цементом.
6. Доломиты толстослоистые фиолетово-розовые с бурыми пятнами с неровным изломом и вкрапленниками доломита. Среди доломитов прослой серых и желтовато-серых среднеслоистых зернистых известняков. Общая мощность 30-35 м.

В пределах Хипстинского массива общая мощность нижнего неона составляет 200-400 м, увеличиваясь с востока на запад.

Баррем. Отложения баррема слагают весь южный склон хребта Раздельный и ядро синклинали Акугра. Осадки представлены ургонской фацией. На юге массива это серые и желтовато-серые известняки с кремнистыми стяжениями (мощность приблизительно 500-600 м). К северу мощность возрастает до 1000 м, конкреций становится меньше.

Разрез в районе горы Дзышра (северо-восточная часть Бзыбского массива).

1. Доломитизированные известняки серые и светло-серые, редко желтовато-серые, плотные, местами пористые, толстослоистые, в кровле массивные, с неровным изломом, с прослойками (мощность 0,1-0,2 м) намывной брекчии и белых зернистых сахаровидных известняков, марающих руки. Общая мощность 210-230 м.
2. Доломитизированные известняки серые и светло-серые, среднеслоистые с прослоями тонкослоистых зернистых светло-серых известняков с раковистым изломом. Общая мощность 130-150 м.
3. Чередование толстослоистых массивных, серых и желтовато-серых, брекчевидных доломитизированных известняков и светло-серых зернистых массивных, марающих руки типа ургонских. Мощность 300-320 м.
4. Известняки толстослоистые серые и светло-серые, плотные, с шероховатым изломом с прослоями светло-серых зернистых, марающих руки известняков, в них изредка встречаются конкреции черного и желтовато-серого кремня. Мощность 280-300 м. Общая мощность баррема – 920-1000 м. Нижняя граница барремского яруса проведена условно по появлению массивных однородных известняков, верхняя граница проведена по характерной фауне аптского яруса.

Породы аптского яруса и более молодые породы распространены в самой южной низкорной части массива и занимают незначительную территорию в пределах Хипстинского массива. Породы аптского яруса представлены чередованием мергелистых известняков и мергелей общей мощностью от 100 до 200 м. Породы альбского яруса представлены чередованием мергелей, мергелистых глин и песчаников общей мощностью от 100 до 200 м. Породы верхнего мела представлены в основном плотными известняками. В основании толщи чере-

дование глин и мергелей (сеноман), мощностью 10-15 м. Общая мощность верхнемеловых отложений 500-600 м.

Четвертичные отложения в пределах южного склона хр. Раздельный ложатся несогласно на известняки баррема и представлены: 1) коллювиальными глинами желтовато-рыжими с многочисленными обломками кремней; мощность до 4-5 м; 2) конгломератами крупно-средневалунными с окатанной галькой и валунами известняков с известняковым цементом; мощность до 8 м. Сохранились в виде нашлапок на склонах и в виде прирусловых террас временных потоков на высоте 1500-1800 м; 3) предположительно моренные отложения, представленные развалами полуокатанных и неокатанных глыб известняка и валунами с суглинистым и глинистым цементом (боковые морены). Отложения развиты выше 1700 м.

Таким образом, мощность непрерывной карстующейся толщи на южном склоне хребта Раздельный превышает 1000-1100 м.

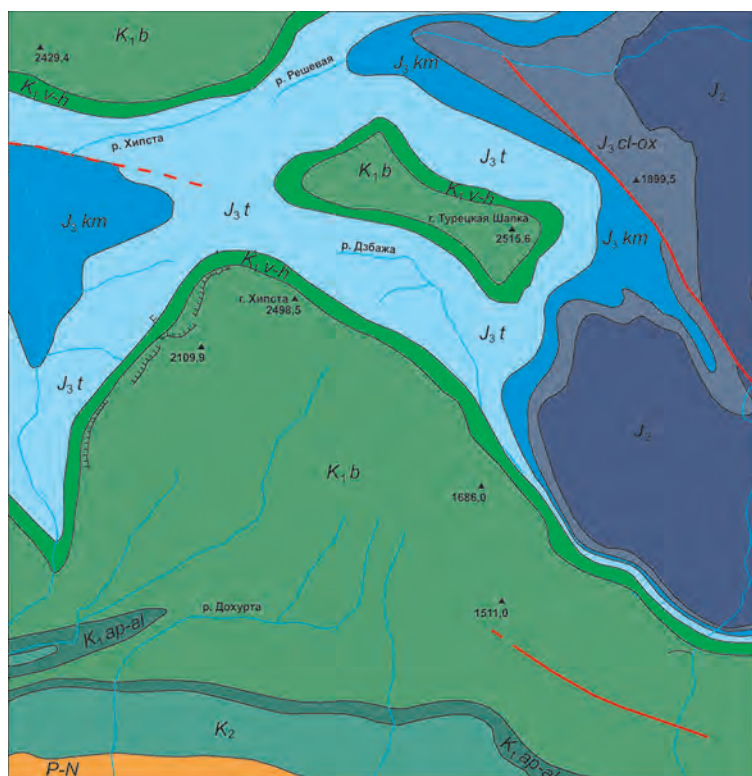


Рис. 1. Фрагмент геологической карты на территорию Хипстинского карстового массива. Условные обозначения см. на рис. 3.

брекчиям или конглобрекчиям, которые Букия относил к «намывным брекчиям». По-видимому, они представляют собой дельтовые отложения реки Палеохипста и именно поэтому обладают большой пространственной изменчивостью.

Основываясь на наших данных, мы можем сказать, что существующая геологическая карта имеет не только неточности, как это видно по мощности «намывных брекчий», но и явные ошибки. В частности, нами не были обнаружены толщи меловых отложений на вершине горы Акугра, которые есть на геологической карте. На вершине горы Турецкая Шапка была найдена нижняя часть нижней толщи брекчий. И если нижнюю толщу брекчий считать меловой, то в этом случае меловые отложения слагают только самую вершинную часть этой горы, а не покрывают значительные территории, как это показано на геологической карте (Рис. 1).

Из этого следует, что севере Хипстинского массива обнажаются верхнеюрские отложения, а на юге – меловые. В какой части карбонатной толщи следует проводить границу юрских и меловых пород не вполне понятно. Мы проводим ее по нижней границе нижней толщи брекчий. Косвенным подтверждением правильности наших выводов является то, что мощность отложений неокома по данным С.Г Букия и нашим данным практически совпадает. Это говорит об очень сильной пространственной изменчивости этих отложений при почти неизмен-

Фрагмент геологической карты в пределах Хипстинского массива показан на рис. 1.

На рис. 2А сведены данные приведенного выше описания горных пород в геологическую колонку.

Поскольку специализированных геологосъемочных работ на территории массива не проводилось, мы можем говорить только о деталях строения геологической толщи. По нашим представлениям карбонатная толща в пределах Хипстинского массива имеет несколько другой вид (см. вторую колонку на Рис. 2Б). При сравнении этих двух колонок, видно, что строение карбонатной толщи различно. Это не означает, что предшествующие исследователи ошиблись. Скорее всего, это связано с большой пространственной изменчивостью пород. Особенно это относится к

ной мощности. Используя данные наших наблюдений, мы несколько изменили геологическую карту на центральную часть Хипстинского массива (Рис. 3).

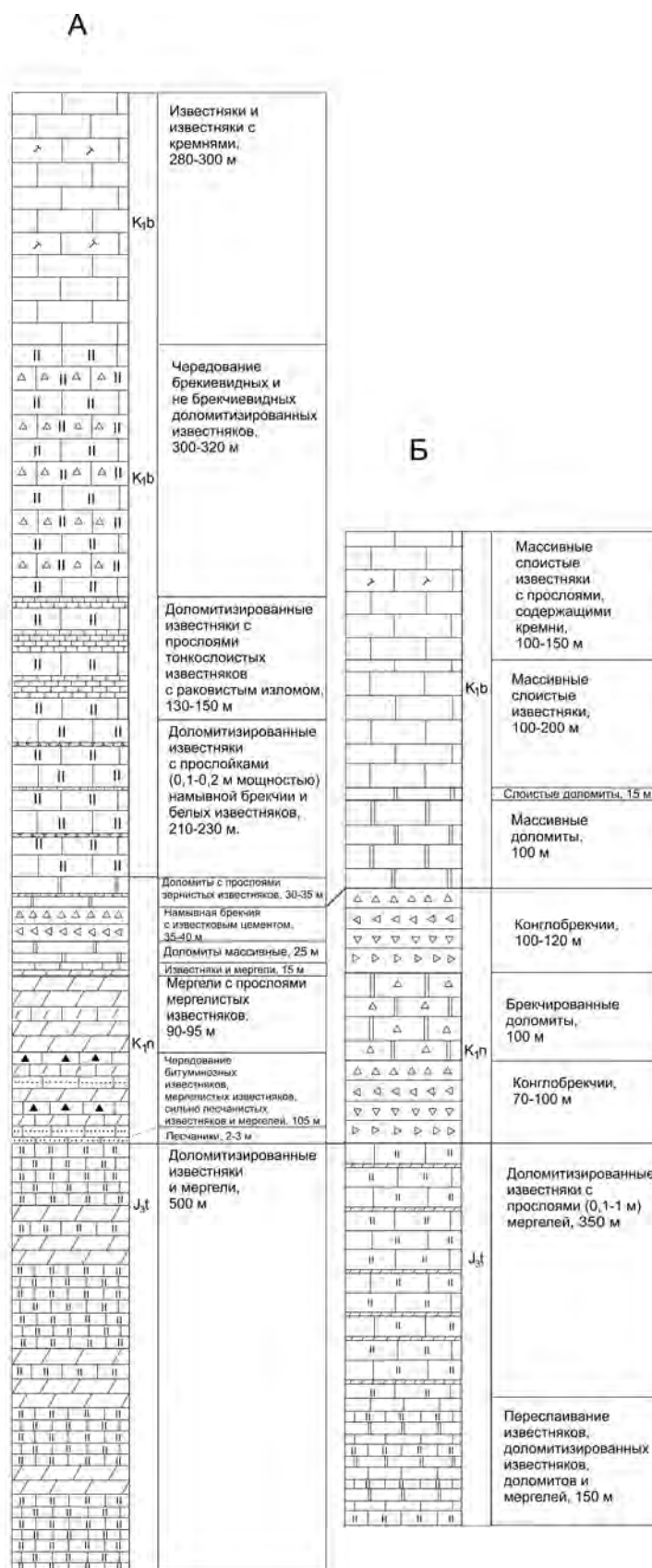


Рис. 2. Стратиграфические колонки на территорию Хипстинского карстового массива. А – построено по данным С.Г. Букия [2, 3], Б – по нашим данным.

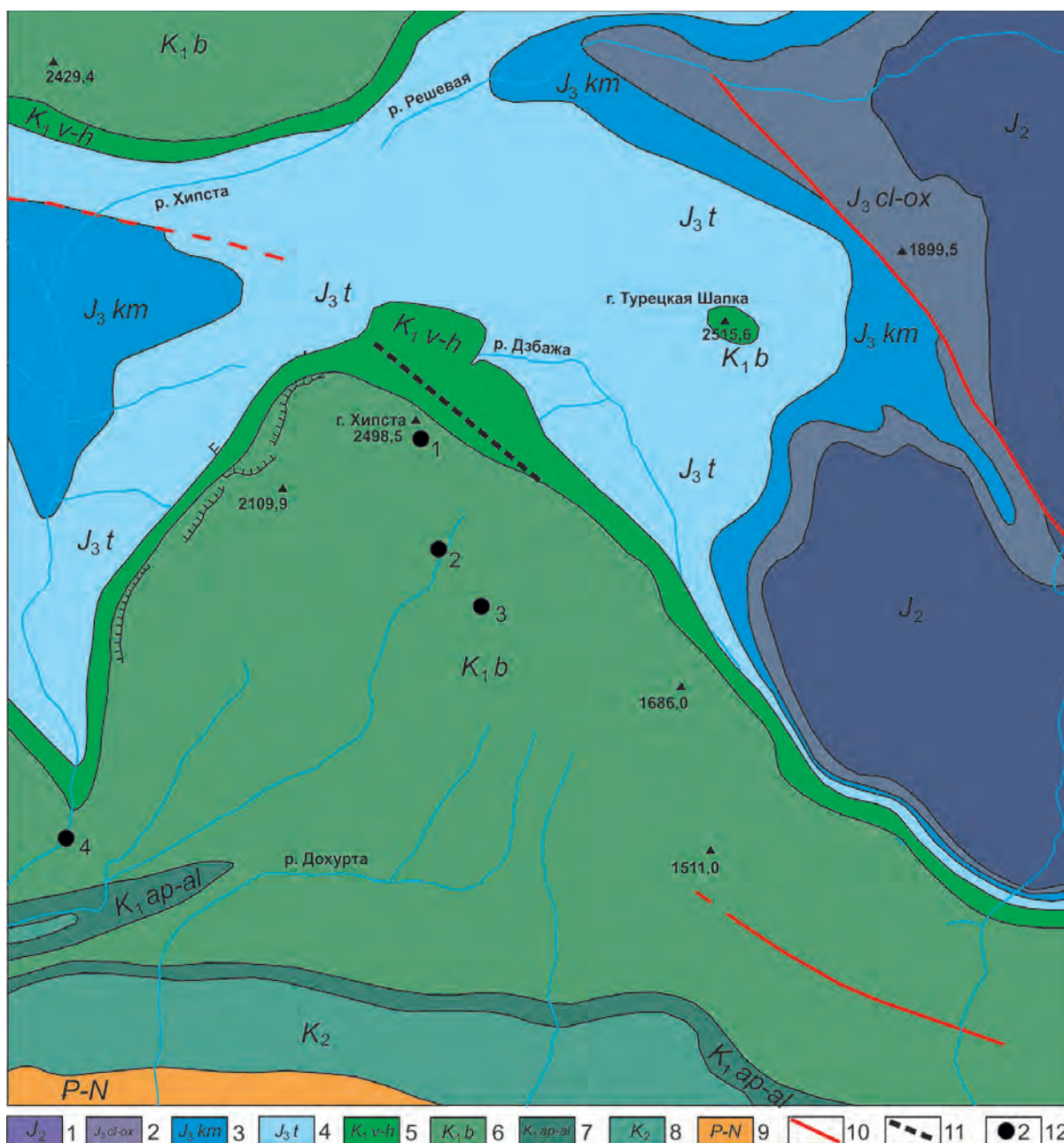


Рис. 3. Фрагмент исправленной геологической карты на территорию Хипстинского карстового массива. 1 – Порфиритовая свита байоса, 2 – песчаники и глины келловей-оксфорда, 3 – песчаники, глины и известняки киммериджа, 4 – доломитизированные известняки и мергели титона, 4 – известняки, мергели, доломиты и «намывная брекчия» неокома, 5 – доломитизированные известняки и известняки баррема, 6 – мергелистые известняки и мергели апта, 7 – мергели, глины, песчаники альба, 8 – известняки верхнего мела, 9 – песчаники и глины палеогена и неогена, 10 – разрывные нарушения, 11 – северная граница водораздела, ограничивающая водосбор пещерной системы СМИ, 12 – входы в пещерную систему: 1 – Иллюзия, 2 – Меженного, 3 – Снежная, 4 – эставелла – мето выхода воды из подземной реки пещерной системы СМИ.

С другой стороны, на вершине горы Турецкая Шапка нами были обнаружены точно такие же брекчии, как и на северном склоне хребта Раздельного. Это говорит о том, что сток воды и наносов в реке ПалеоХипста был направлен с ССЗ на ЮЮВ. Поскольку генеральное направление ходов пещерной системы СМИ направлено в том же направлении, то можно предположить, что и в пределах пещерной системы обе толщи брекчий являются довольно выдержанными.

Пещерная система СМИ. Пещерная система СМИ сформирована в южном крыле крупной антиклинальной складки в известняках, доломитизированных известняках и доломитах. Верхняя часть пещерной системы до глубины 450-600 м заложена в массивных и толстослоистых известняках и доломитах баррема, и как мы ранее предполагали, вся нижняя часть пещерной системы почти полностью приурочена к пласту намывных брекчий нижнего неокома [14]. По данным геологов [3], «намывная брекчия» сложена угловатыми обломками доломитизированных известняков и сцементирована известковым цементом, мощность пласта достигает 35-40 м. Наши исследования 1986 и 2012 гг. показали, что брекчии (вернее, часто конглобрекчии) являются, скорее всего, нижнемеловыми и имеют в разрезе гораздо большую мощность. Оказалось, что в пределах Хипстинского массива конглобрекчии образуют две пачки мощностью примерно по 100 м каждая, которые разделены пачкой доломитов и брекчированных доломитов мощностью около 100 м (Рис 2Б). В составе обломков брекчии преобладают доломиты и известняки, встречаются мергели и песчаники; обломки в отдельных случаях имеют слабоокатанную форму. По-видимому, это дельтовые отложения реки ПраХипсты, которая в верхнем течении размывала нижележащие среднеюрские толщи, расположенные в горах территориально севернее. Хорошие стратиграфические контакты брекчий в пещерной системе не наблюдались. На отдельных участках отмечено залегание брекчий в карманах известняка, иногда встречаются тектонические контакты. На основании этого А.И. Морозовым было сделано предположение, что брекчии не являются пластовыми, а приурочены к древним полостям, по которым развивается современная пещерная система [14]. Наши исследования показывают, что вся верхняя часть реки пещерной системы в основном приурочена к верхней пачке пластовых конглобрекчий. На отдельных участках (на втором завале, Байпасе, Ревущем каскаде и зале ИГАН) пещерная река врезается в горизонт доломитов и брекчированных доломитов, расположенных между слоями конглобрекчий, а после зала ИГАН уходит в нижний слой конглобрекчий. Поэтому залы (Икс, Пенелоты, Тронный) в нижней части пещерной системы заложены именно в этих конглобрекчиях (Рис. 4). Таким образом, пластовые конглобрекчии в основном контролируют положение подземной реки в пещерной системе СМИ.

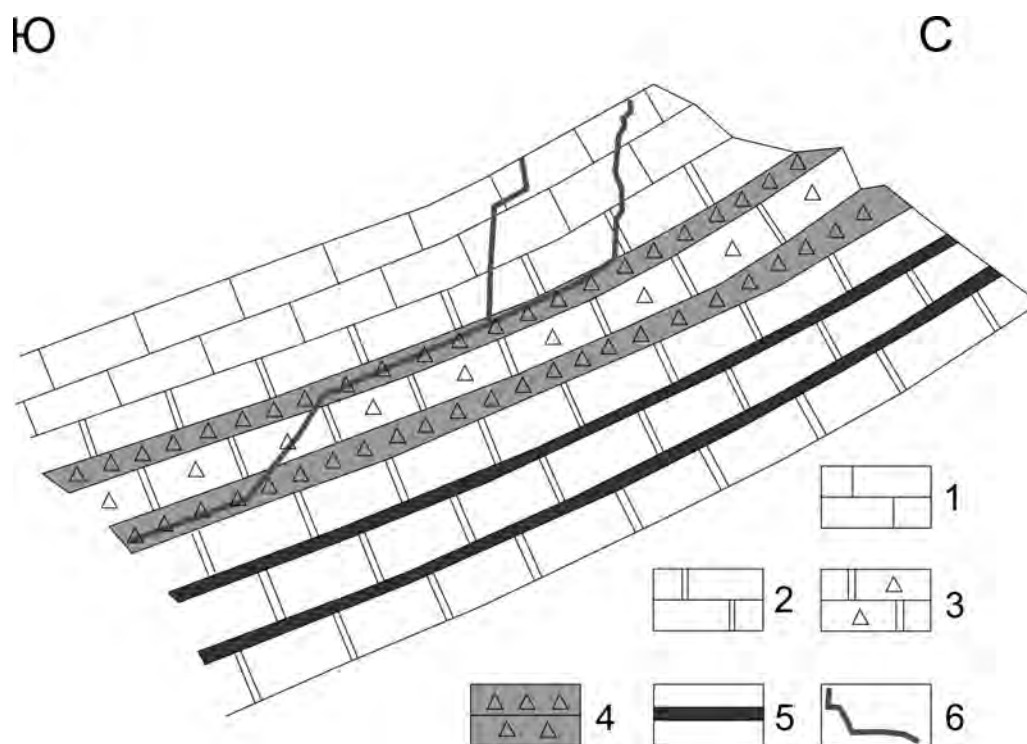


Рис. 4. Схематический меридиональный разрез горных пород хребта Раздельного. 1 – известняк, 2 – доломит, 3 – брекчированный доломит, 4 – конглобрекчии, 5 – мергели, 6 – схематический разрез пещерной системы СМИ.

Наши исследования также показали, что кроме осадочных пластовых конглобрекчий в полости встречаются тектонические конглобрекции и брекчии, а также переотложенные конглобрекции, что доказывается находками неокатанных обломков сталактитов среди других обломков (обнаружены на 2 завале на ручье Водопадном). К сожалению, визуально все три вида конглобрекчий не различаются, поэтому на местности трудно распознать, где какие разновидности преобладают.

Элементы полости, приуроченные к известнякам и доломитам, чаще имеют более крутой уклон (колодцы, каскады), чем соответствующие элементы в конглобрекциях (галереи). Коэффициент пустотности в местах, где подземная река протекает в конглобрекциях, значительно больше, чем на участках известняков и доломитов. К этим же местам приурочено и большинство притоков подземной реки.

Большое количество глыбовых завалов в пропасти связано, по-видимому, с тем, что конглобрекции имеют значительно меньшую механическую прочность, чем перекрывающие их доломиты и известняки, легче размываются, менее устойчивы на сводах. Многие завалы контролируются крупными тектоническими нарушениями. Так, наиболее крупный глыбовый завал под залами Анфилада, Надежда и Победа контролируется вертикальным разломом общекавказского простирания с зоной дробления и милонитизации пород, мощностью от 0,5 до 10 м.

Галереи пещерной системы развиты в основном по вертикальным трещинам простирания 0° , $70-90^\circ$, $110-130^\circ$, 150° . Роза тектонической трещиноватости пород на поверхности и простирание ходов пещеры уверенно совпадают только в субширотном направлении (113°). Несовпадение остальных направлений может быть объяснено большими размерами и глубиной полости, заложенной в разных тектонических блоках [13].

Тектонические нарушения в полости разнообразны, что подчеркивается морфологией пещерных ходов, зеркалами скольжения и зонами милонитизации. Наиболее крупные разломы имеют общекавказское простирание, но падение у плоскостей разломов может быть как северное, так и южное. Большинство встреченных в полости флексур осложнено тектоническим срывом. Большое количество разломов привело к формированию многочисленных мелких блоков, что выражается в том, что при перемещении по пещерной реке часто видно чередование горных пород: то ход развит в конглобрекциях, то в доломитах или известняках.

Пещерная система СМИ не очень богата вторичными минералами. В ней наиболее распространены следующие вторичные минералы: Mg- и Sr-содержащий кальцит, арагонит, гипс, кварц, кремень, глинистые минералы, встречаются гидромагнетит и целестин, отмечены отдельные находки стронцианита, доломита, гетита, рутила и циркона [1]. Эти минералы формируются при разрушении материнских пород.

Некоторые нерешенные вопросы. Казалось бы, теперь, после некоторых геологических уточнений все становится ясным. Однако это не так. К сожалению, геологические наблюдения проводились нами только в ветке Снежной, а остальные участки пещерной системы СМИ нам обследовать не довелось. Поэтому остаются, например, такие вопросы:

- почему в ветке Иллюзия пещерными ходами вскрываются брекчии на несколько большей глубине (около 600 м), чем в ветках Снежная и Меженного (450 м) и глубже, чем это следовало бы ожидать по строению карбонатной толщи на северном склоне хребта Раздельный (400 м)? Объяснений может быть несколько: а) дублирование верхней массивной толщи пологими разрывными нарушениями, б) перемещения в тектонических блоках, ограниченных вертикальными разрывами и др.
- как изменяется залегание и мощность брекчий вдоль трассы пещерной реки? Чем конкретно обусловлена смена пород вдоль ее русла?
- где распространены первично осадочные, тектонические и вторично-осадочные конглобрекции в пещерной системе?

Чтобы ответить на эти и на еще многие возникающие вопросы, нужно провести в пещерной системе серьезные геологические исследования.

Рекомендации. Раз большая часть пещерной реки приурочена к слою верхних конглоб-рекчий, то, вероятно, их толща благоприятнее для формирования пещерных каналов, чем нижняя толща конглоб-рекчий. Возможно, обойти нижние залы и завал Метростроя удастся только по верхним горизонтам (слою брекчированных доломитов между пачками брекчий, в котором, например, заложена система Адена или даже выше него, то есть по слою нижних брекчий. Из этого следует, что нужно направить усилия поисков верхних ходов в Ревущем каскаде, зале ИГАН. Возможно, также стоит попытаться искать продолжение в завале на дне зала Икс. Не зря же, наверное, здесь может быстро уходить вода из зала Икс. Вряд ли она просто переливается в зал Пенелопы. Что касается завала Метростроя, то можно попытаться разобрать завал в его верхней части над Лебединой рекой, где завал сложен окатанными валунами. Это означает, что когда-то здесь текла вода. И здесь же имеется очень слабая (едва ощутимая) тяга воздуха.

Заключение. На основании полевых исследований строения толщи горных пород в центральной части Хипстинского карстового массива и некоторых наблюдений в ветви Снежной пещерной системы СМИ представлены данные о геологическом строении карстующихся толщ, в которых заложена пещерная система СМИ. Показано, что верхняя часть системы до глубин 450-600 м заложена в известняках и доломитах, а пещерная река с притоками сформировалась преимущественно внутри слоя верхних брекчий, и только после Байпаса и Ревущего каскада, когда пещерная река врезается в брекчированные доломиты, воды реки уходят в нижние брекчии (конглоб-рекчии). Здесь сформировались самые крупные залы системы СМИ: Икс и Тронный. По-видимому, обойти последние завалы можно по старым галереям, приуроченным к верхней пачке брекчий.

Литература

1. Базарова Е.П., Мазина С.Е., Ходырева Е.В. Минералогические исследования в пещерной системе Снежная-Меженного-Иллюзия (Западный Кавказ, Бзыбский хребет): предварительные результаты и направления дальнейших работ // Спелеология и Карстология, 10, 2013, С. 76-85.
2. Букия С.Г. Отчет Гудаутской геолого-съёмочной партии по работам 1951 года. Тбилиси, 1951, ВГФ.
3. Букия С.Г., Колосовская О.В., Абамелик Е.М. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Абхазской АССР масштаба 1:50000. Объяснительная записка. М.: Недра, 1971, 337 с.
4. Вахрушев Б.А., Дублянский В.Н., Амеличев Г.Н. Карст Бзыбского хребта. Западный Кавказ. Москва: РУДН, 2001. 165 с.
5. Геология СССР. Т.10. Грузинская ССР. М.: Недра. 1964.
6. Геоморфология Грузии. Тбилиси, 1971.
7. Гусев А.С., Мазина С.Е. Движение карстовых вод системы Снежная (Западный Кавказ): результаты индикаторного опыта 2010 года // Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук, Сборник материалов Международной научно-практической конференции, 2010, Набережные Челны: НГПИ, С. 121-124.
8. Комплексные карстолого-спелеологические исследования и охрана геологической среды Западного Кавказа. (Под ред. В.Н. Дублянского, В.И. Клименко, Б.А. Вахрушева, В.Д. Резвана). Сочи, 1987. 124 с.
9. Купаридзе Д.И., Букия С.Г. Отчет Абхазской поисковой партии на барит по работам 1949 г. Тбилиси, 1950. ВГФ.
10. Курочкин В.И., Астахов Н.Е., Чихелидзе С.С., Сорокина М.Д. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000, Серия Кавказская, К-37-ХI (Гудаута). Объяснительная записка. М.: Госгеолтехиздат, 1959.
11. Людкоцкий Г.В., Мавлюдов Б.Р., Морозов А.И., Немченко Т.А., Усиков Д.А. Об исследовании Снежной - глубочайшей пещеры СССР (Западный Кавказ). ДАН СССР, т.259, № 2, 1981, С. 437-442.

12. Мавлюдов Б.Р. Некоторые сведения о карсте Хипстинского высокогорного массива (Западный Кавказ) // Тез. докл. Всес. совещ. "Карст Средней Азии и горных стран", Ташкент, 1979, С. 45-47.
13. Мавлюдов Б.Р., Усиков Д.А. Предварительный отчет об исследованиях пещеры "Снежная" Западно-Кавказским карстово-гляциологическим отрядом отдела гляциологии Института географии АН СССР (Июнь-июль, 1979 г.). Научный руководитель: чл.-корр. АН СССР В.М. Котляков, Москва: Институт географии АН СССР, 1979, 71 с.
14. Мавлюдов Б.Р., Морозов А.И. Пропась Снежная. Пещеры, вып. 13, Пермь, 1984, С. 15-25.
15. Тинтилозов З.К. Карстовые пещеры Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1976. 275 с.

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЛЕДЯНОЙ ГОРЫ И КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ

И.И. Чайковский

614007, г. Пермь, ул. Сибирская 78-а, ГИ УрО РАН, ilya@mi-perm.ru

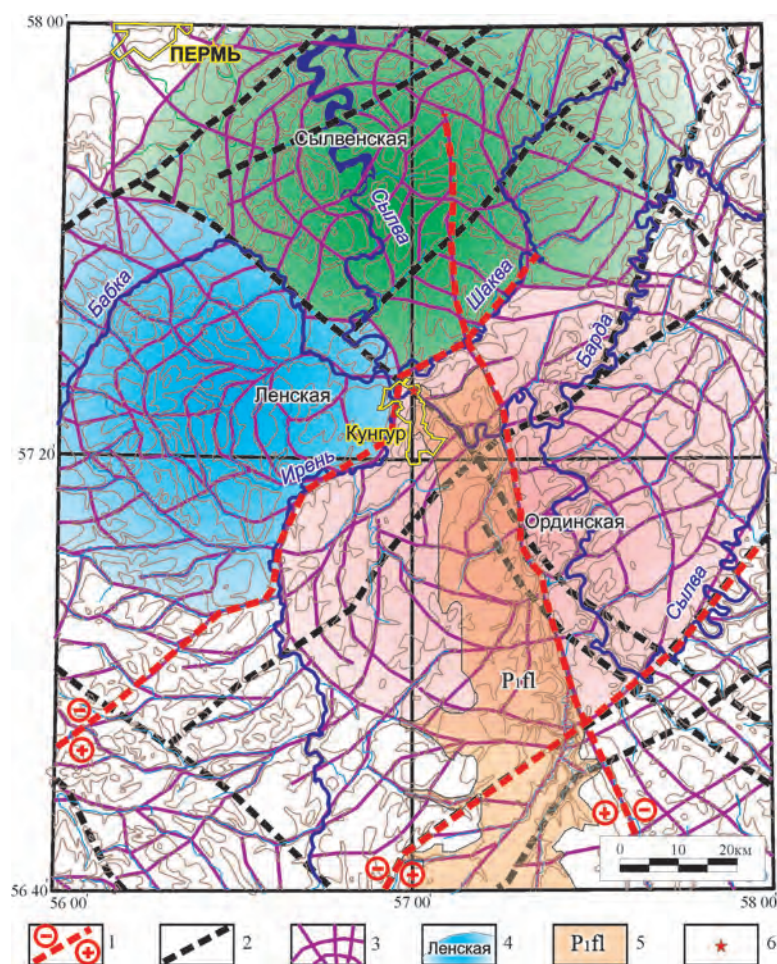


Рис. 1. Положение Кунгурской Ледяной пещеры на региональной тектонической схеме: 1 – региональные сбросовые зоны; 2 – диагональная система линейных элементов глубокого заложения; 3 – концентрические и радиальные линейные элементы; 4 – структурные блоки ротационной природы и их название; 5 – область выхода карбонатов филипповской свиты; 6 – Кунгурская Ледяная пещера

Известно, что морфология пещер определяется естественной блочностью карстующегося массива, устойчивостью пород к механическому и химическому разрушению, но главным образом тектонической мегатрещиноватостью. Целью работ являлось выявление структурного контроля конфигурации Ледяной пещеры, соподчиненности с региональными структурными элементами и генетической связи карстовых процессов с тектоническими движениями.

Анализ рельефа карты масштаба 1:500 000, а также геологической карты масштаба 1:750 000 под редакцией Б.К. Ушкова позволил показать, что Кунгурская Ледяная пещера и вмещающая ее Ледяная гора находится на стыке между тремя крупными кольцевыми морфоструктурами (Ординская, Ленская, Сылвенская) диаметром 50-80 км, которые могли сформироваться на платформенной (постгерцинской) стадии за счет ротационных деформаций Земли (рис. 1). Известно, что ее вращение приводит к смещению масс в направлении к экватору и формированию диагональной

системы разломов сдвиговой природы северо-восточного и северо-западного простирания.

Такая же система проявлена в пермском Приуралье. Более того, часть из них выступают в качестве ступеней или клавиш, по которым происходит относительное субвертикальное перемещение блоков. Так Ординский блок (морфоструктура) приподнят относительно Ленской и Сылвенской структур и опущен по отношению к блоку, примыкающему с юга. Субвертикальное перемещение происходит также вдоль субмеридионального сброса разделяющего платформенную часть от Предуральского краевого прогиба.

Дешифрирование рельефа Ледяной горы показало (рис. 2), что основные разрывные нарушения также формируют диагональную систему мегатрещин северо-восточного и северо-западного простирания, которая разбивает массив на относительно прямоугольные блоки. Общий рисунок разрывов нарушается нарушением, соединяющим реки Шакву и Сылвы. Относительное смещение вдоль него регионального диагонального разлома, позволяет отнести его к левому сдвигу. Следовательно, Ледяная гора с запада ограничена сбросом, с юга региональным диагональным разломом, а в центре – региональным нарушением сдвиговой природы. Локальные мегатрещины разбивают массив на относительно прямоугольные блоки.

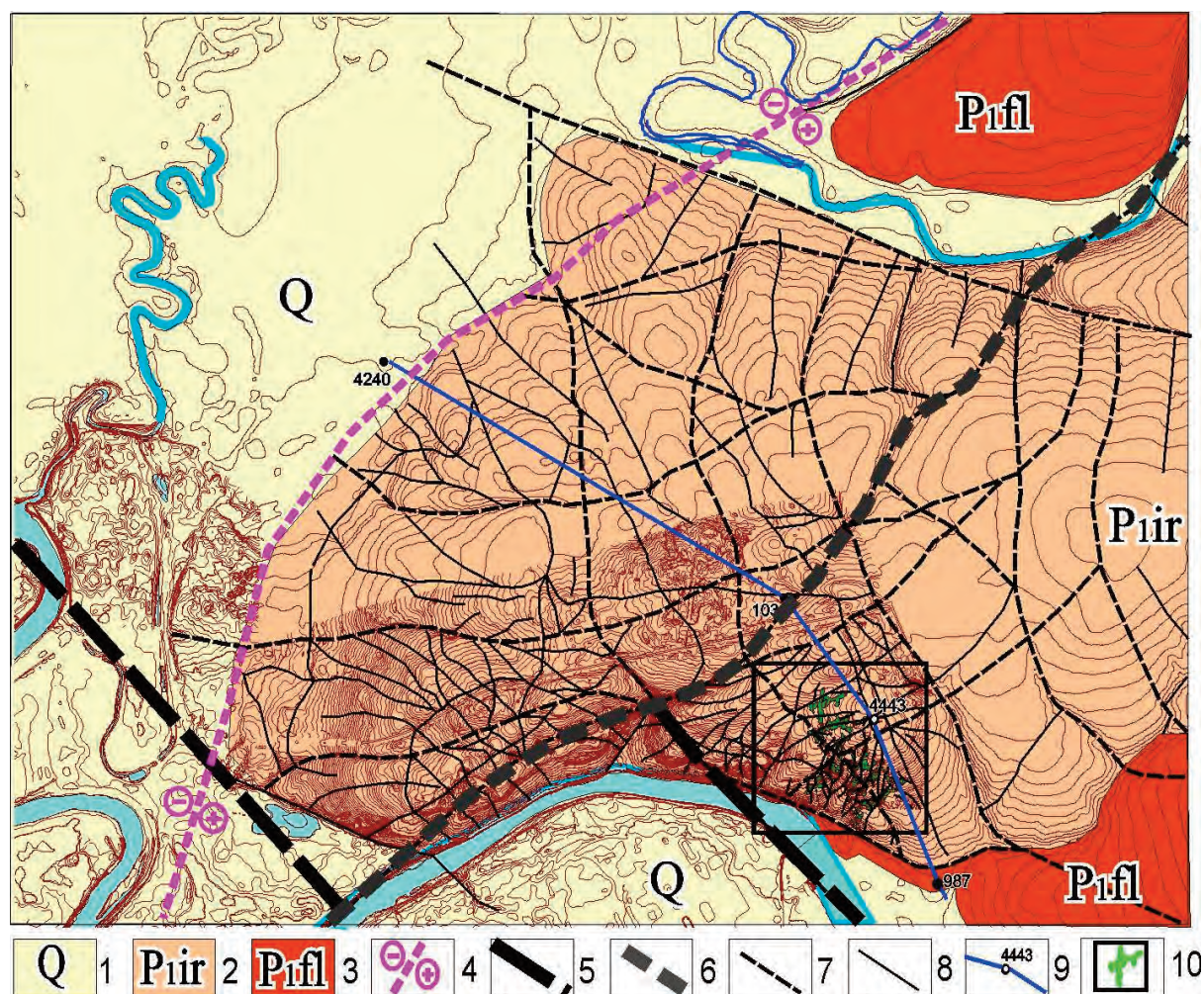


Рис. 2. Геологическая карта района Ледяной горы с элементами структурной интерпретации рельефа:
 1 – четвертичные отложения; 2– карбонатные и сульфатные пачки иренской свиты; 3– доломиты филипповской свиты; 4– региональный сброс; 5 – региональные диагональные разломы;
 6 – региональный сдвиг; 7,8 –блоковые и межблоковые разрывы; 8 – линия разреза;
 9– участок Кунгурской Ледяной пещеры

Сопоставление результатов структурного дешифрирования с планом Кунгурской Ледяной пещеры позволило установить следующее (рис. 3). Общее расположение подземных полостей определяется системой диагональных мегатрещин. Они же определяют ориенти-

ровку наиболее протяженных гротов северо-восточного простирания. Гроты субмеридиональной ориентировки контролируются менее протяженными мегатрещинами, которые выступают в качестве оперяющих к северо-восточным разрывам. Их примыкание под острым углом дает основание предполагать, что на этом участке Ледяной горы диагональные мегатрещины представляют собой систему левых сдвигов.

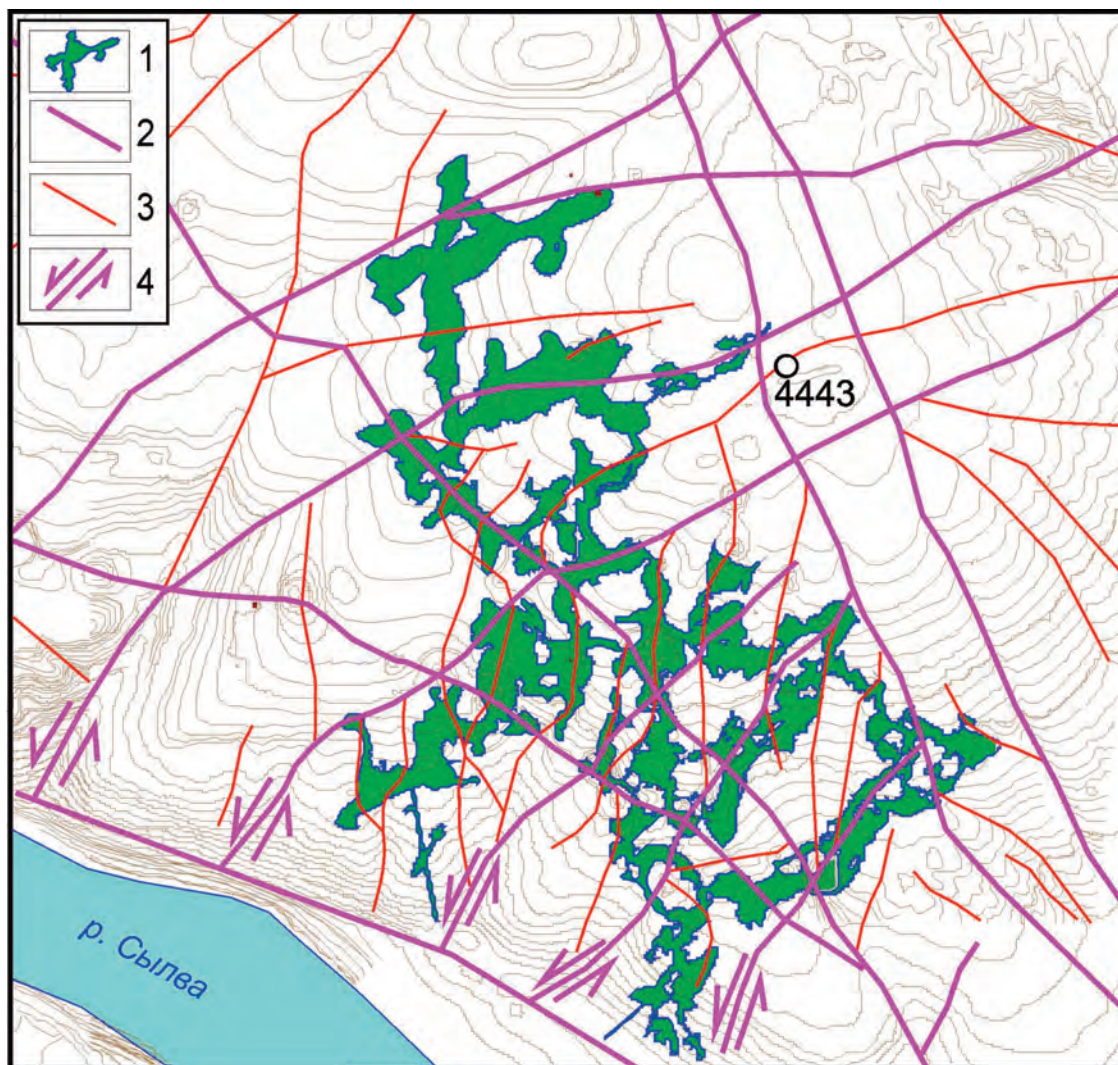


Рис. 3. Схема мегатрещиноватости Ледяной горы и структурного контроля Кунгурской Ледяной пещеры. Обозначения: 1 – контур пещеры; 2, 3 – мегатрещины и их оперяющие; 4- восстанавливаемое направление перемещения блоков

Таким образом, основной рисунок гидросети пермского Прикамья и трещиноватость Ледяной горы обусловлены главным образом постгерцинскими тектоническими движениями, обусловленными вращением Земли. При этом сформировалась многоуровневая система диагональных разломов и мегатрещин, среди которых отмечаются сбросы и сдвиги. Конфигурация Кунгурской Ледяной пещеры обусловлена формированием системы параллельных левых сдвигов и их оперяющих, которые контролировали проникновение атмосферных вод вглубь карбонатно-сульфатного массива.

Предварительные структурные наблюдения, выполненные в самой пещере, действительно показали, проявление в ней левых сдвигов контролирующих процессы гидратации ангидрита. Однако наряду с ними выявлен целый комплекс локальных дизъюнктивных нарушений. Наряду с флексурными перегибами, субвертикальными зеркалами скольжения сбросовой природы и взбросами зафиксированы системы гипсовых прожилков и трещин, при-

мыкающих под острым углом к плоскостям слоистости, которые связываются с послойным гравитационным скольжением в северо-западном направлении в сторону общего падения пород. Установлено, что приуроченный к одной из таких зон участок развития гигантокристаллических агрегатов гипса хода Хрустальный, подвержен пластическим и хрупким (кинкбанды) деформациям, что дает основание предполагать продолжительный характер проявления тектонических движений в массиве. Допускается, что часть локальных разрывов может быть связана также с процессами гидратации ангидрита, которые контролируются контактами с карбонатными пачками разреза Ледяной горы, а также формированием мульд оседания над крупными гротами.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ЛЕДЯНОЙ ГОРЫ

О.И. Кадебская, Т.А. Калинина

614007, г. Пермь, ул. Сибирская 78-а, ГИ УрО РАН, icescave@bk.ru

Комплексное применение литолого-формационного и вещественно-структурного анализа осадочных отложений позволяет реконструировать условия осадконакопления в палеобассейнах. Несмотря на большой интерес к нижнепермским отложениям, отвечающим периоду наиболее интенсивного формирования Предуральяского краевого прогиба, в современной литературе с трудом можно найти работы с их детальным послойным описанием, палеофациальными и генетическими построениями.

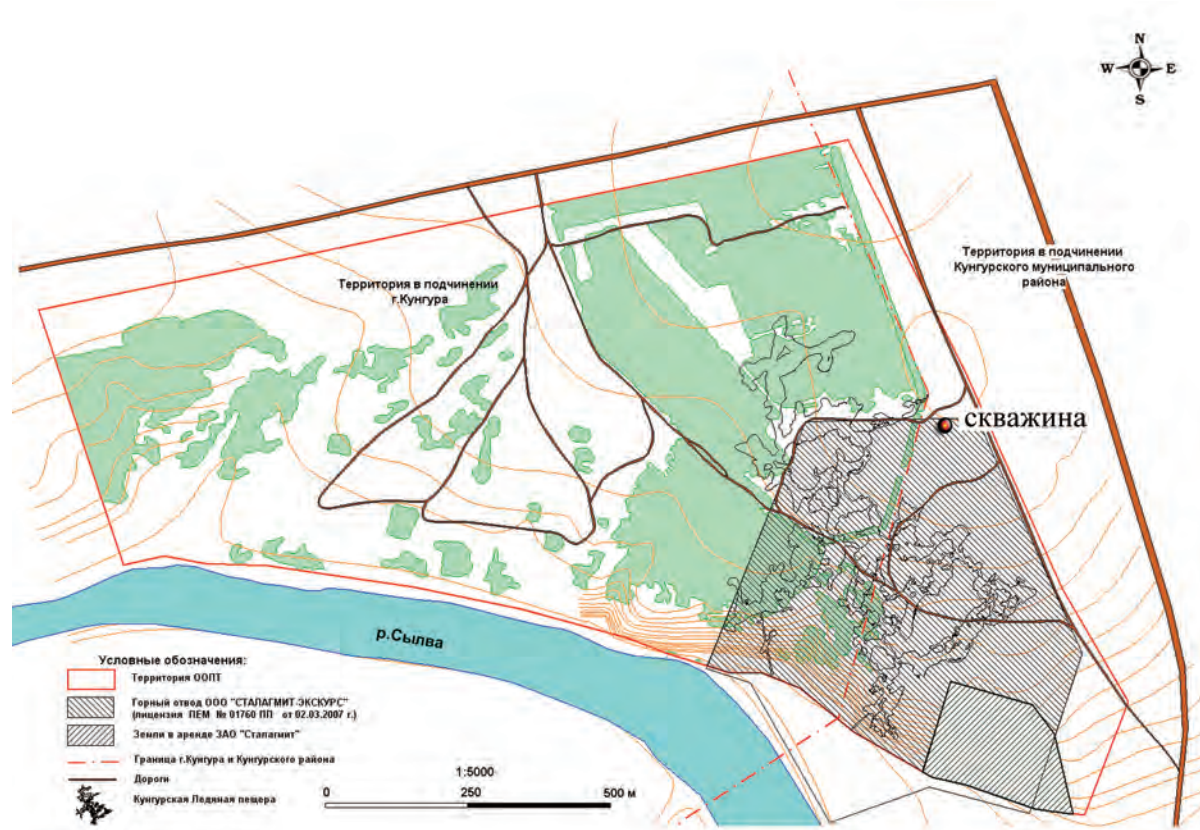


Рис. 1. Расположение скважины в пределах горного отвода ООО «Сталагмит-экскурс»

В ноябре 2012 года было проведено бурение скважины (номер в Базе данных ГИ УрО РАН - 4443) на особо охраняемой природной территории регионального значения «Ледяная Гора и Кунгурская Ледяная пещера» (рис. 1). Разрез Ледяная гора входит в комплекс обнаже-

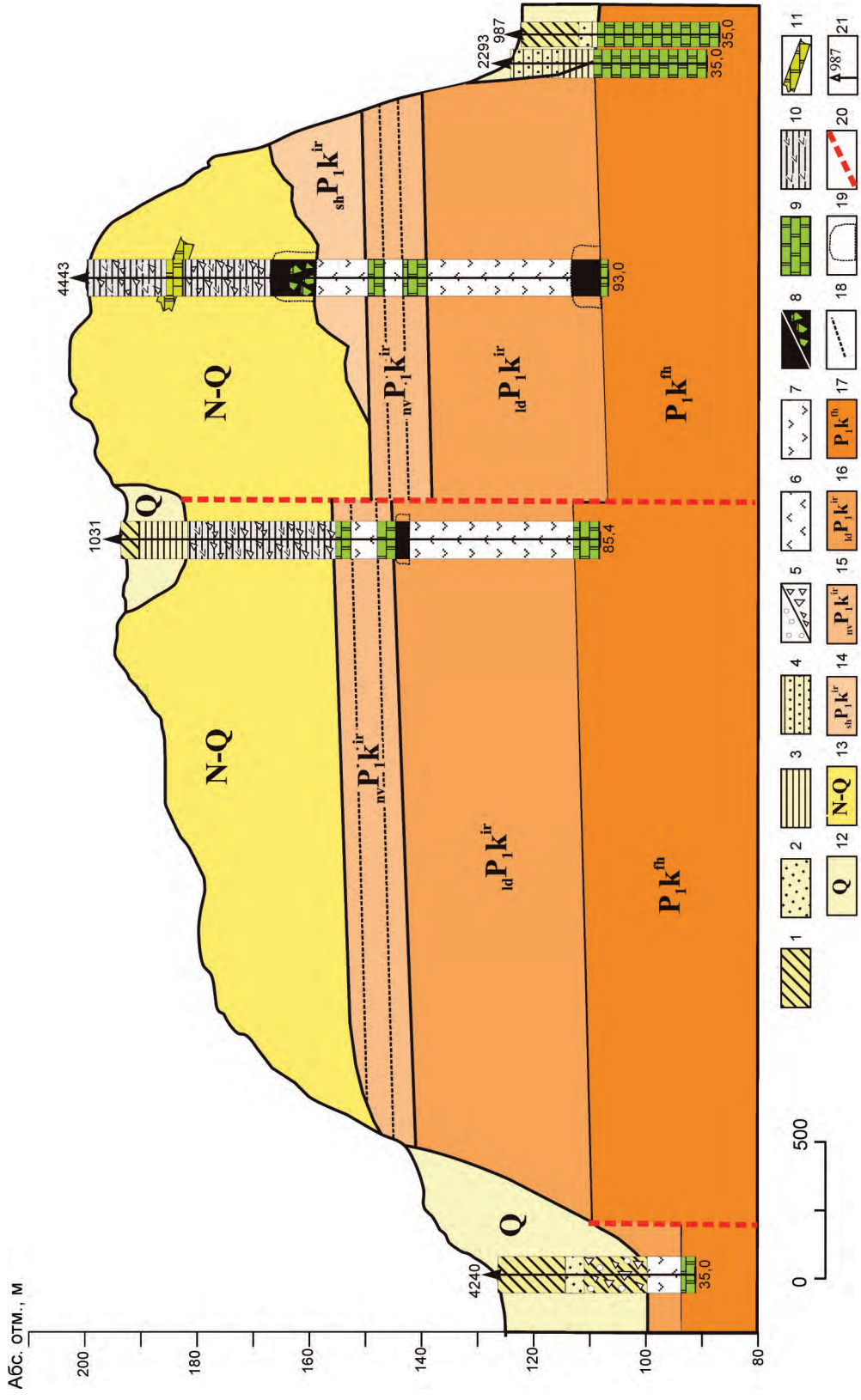


Рис. 2. Геологический разрез через Ледяную гору. Условные обозначения: 1 – суглинок; 2 – песок; 3 – глина; 4 – супесь; 5 – гравийно-галечниковый/ древесно-щебневый грунт; 6 – ангидрит; 7 – гипс; 8 – провалы инструмента/ щебнево-глыбовый материал в карстовой полости; 9 – доломит; 10 – глина известковистая; 11 – фрагмент ксенолита елкинской пачки; 12 – четвертичные отложения; 13 – неоген-четвертичные отложения; 14-15 – пачки (14 – шалашинская; 15 – неволинская; 16 – ледянопещерская); 17 – границы между карбонатными и сульфатными породами неволинской пачки; 18 – карстовая полость; 19 – линии предполагаемых разломов; 20 – скважина и ее номер

ний стратотипа кунгурского яруса пермской системы и представляет собой толщу переслаивающихся карбонатно-сульфатных пород. Использование Базы данных по скважинам, пробуренным в районе г. Кунгура [3], позволило построить разрез через Ледяную гору (рис. 2).

Минералого-петрографическое изучение керн проводилось с помощью оптического стереомикроскопа Leica MZ16 и сканирующего электронного микроскопа VEGA 3 TESCAN с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350/X-max 20 (оператор О.В. Коротченкова). Определение макрокомпонентного состава карбонатно-сульфатных пород осуществлялось при помощи рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализатора X-Supreme 8000.

Таблица

Литолого-стратиграфическая колонка скв. 4443

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Свита	Пачка	Слой	Описание пород	Глубина залегания слоя, м		Абсолютные отметки, м		Мощность, м						
								от	до	от	до							
Четвертичная						1	Почвенно-растительный слой	0	0,3	199,7	199,4	0,25						
						Неоген-четвертичная						2	Глина известковистая с дресвяно-щебневым материалом	0,3	14,5	199,4	185,2	14,2
												3	Доломит	14,5	17,4	185,2	182,3	2,9
												4	Глина известковистая с дресвяно-щебневым материалом	17,4	33,0	182,3	166,7	15,6
												5	Карстовая полость	33,0	36,0	166,7	163,7	3,0
												6	Щебень и глыбы доломита	36,0	38,3	163,7	161,4	2,3
Пермская	Приуральский	Кунгурский	Иренский	Иренская	Шалашнинская	7	Гипс	38,3	41,0	161,4	158,7	2,7						
						8	Ангидрит-гипсовая порода	41,0	47,9	158,7	151,8	6,9						
						9	Гипс	47,9	50,2	151,8	149,5	2,3						
						Неволинская	10	Глина с дресвой доломита	50,2	51,0	149,5	148,7	0,8					
							11	Доломит	51,0	53,2	148,7	146,5	2,2					
							12	Гипс	53,2	56,4	146,5	143,3	3,2					
							13	Доломит	56,4	61,0	143,3	138,7	4,6					
							Ледянопещерская	14	Гипс	61,0	65,0	138,7	134,7	4,0				
								15	Ангидрит	65,0	79,7	134,7	120,0	14,7				
					16	Ангидрит-гипсовая порода		79,7	86,5	120,0	113,2	6,8						
					17	Карстовая полость		86,5	87,0	113,2	112,7	0,5						
					18	Дресвяно-щебнево-глинистый материал		87,0	87,3	112,7	112,4	0,3						
					19	Гипс		87,3	87,5	112,4	112,2	0,2						
					20	Карстовая полость	87,5	91,3	112,2	108,4	3,8							
					21	Дресвяно-щебнево-глинистый материал	91,3	91,8	108,4	107,9	0,5							
22	Доломит	91,8	93,0	107,9	106,7	1,2												

В разрезе скважины сверху вниз вскрыты отложения неоген-четвертичной коры выветривания, иренской (шалашнинская, неволинская и ледянопещерская пачки) и филипповской свиты кунгурского яруса приуральского отдела пермской системы (табл.).

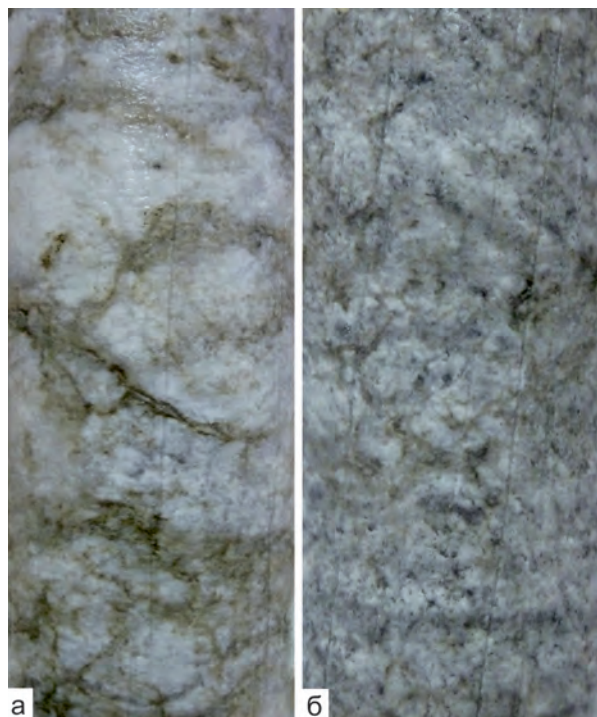


Рис. 3. Линзовидно-желваковый (а) и массивный (б) гипс шалашнинской пачки

Отложения коры выветривания (интервал глубин 0,3-38,3 м) представлены известковистой глиной с дресвяно-щебневым материалом. В верхней части разреза (до глубины 19,6 м) обломки сложены тонкослоистым алевролитом и аргиллитом, а в нижней – пелитоморфным доломитом с ячеисто-кавернозным строением. В интервале 14,5-17,4 м вскрывается тонкослоистый (слоистость под углом 25-30°) пелитоморфный известковый доломит, являющийся, вероятно, фрагментом ксенолита елкинской пачки иренской свиты.

Шалашнинская пачка (38,3-50,2 м) в подошвенной части прослоя сложена линзовидно-желваковым мелко-, среднезернистым гипсом, который выше по разрезу сменяется толстослоистой до массивной мелкозернистой ангидрит-гипсовой породой с небольшими включениями глинисто-карбонатного вещества (рис. 3). Здесь отмечены единичные желваки улексита размером до 3-4 мм. Залегающий выше гипс характеризуется мелкокристаллической структурой и лентовидно-желваковым строением.

Неволинская пачка (50,2-61,0 м) сложена доломитами с мощным прослоем гипса в центральной части.

Верхний доломитовый прослой (50,2-53,2 м) сложен дезинтегрированным до дресвы и щебня тонкослоистым пелитоморфным доломитом (рис. 4а), в котором отмечаются множественные каверны выщелачивания. Выше залегает алевролитистая известковистая глина с дресвой доломита.

Гипс (53,2-56,4 м) мелко-, среднезернистый от массивного в верхней части интервала до линзовидно-желвакового (рис. 4б) и желвакового в нижней. В подошве прослоя зафиксированы

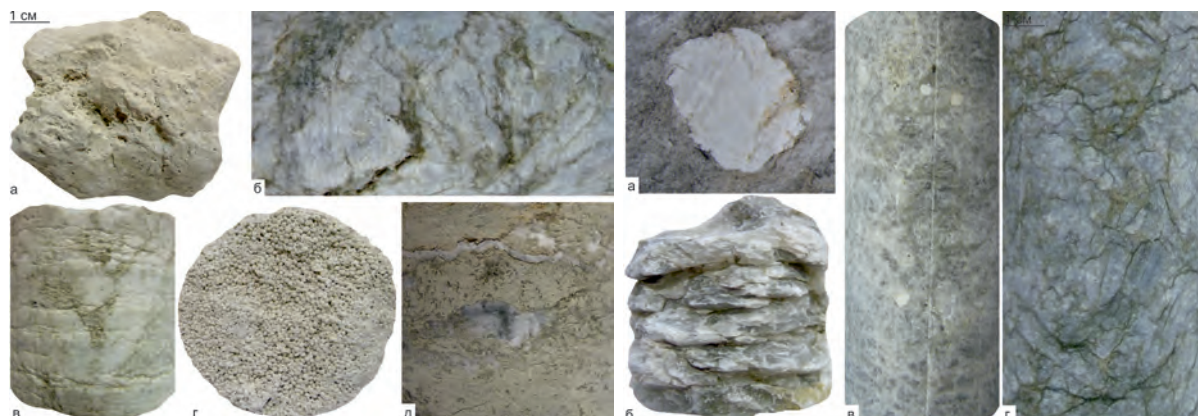


Рис. 4. Доломит (а, г, д) и гипс (б, в) неволинской пачки и детали их строения. Доломит: а – пелитоморфный, г – оолитовый; в – пелитоморфный с линзами гипса и прожилками селенита. Гипс: б – линзовидно-желваковый; в – с реликтовыми шевронными текстурами

Рис. 5. Желваки улексита (а,в) и текстурные типы сульфатных пород (б,г) ледянопещерской пачки

рованы небольшие шевронные структуры (рис. 4в). На глубине 54,2-55,0 м в породе отмечаются редкие реликты серо-голубого ангидрита.

Нижний доломитовый прослой (56,4-61,0 м) сложен тонкослоистой пелитоморфной породой, которая в центральной части интервала сменяется на мелко-, среднеоолитовую (рис. 4г).

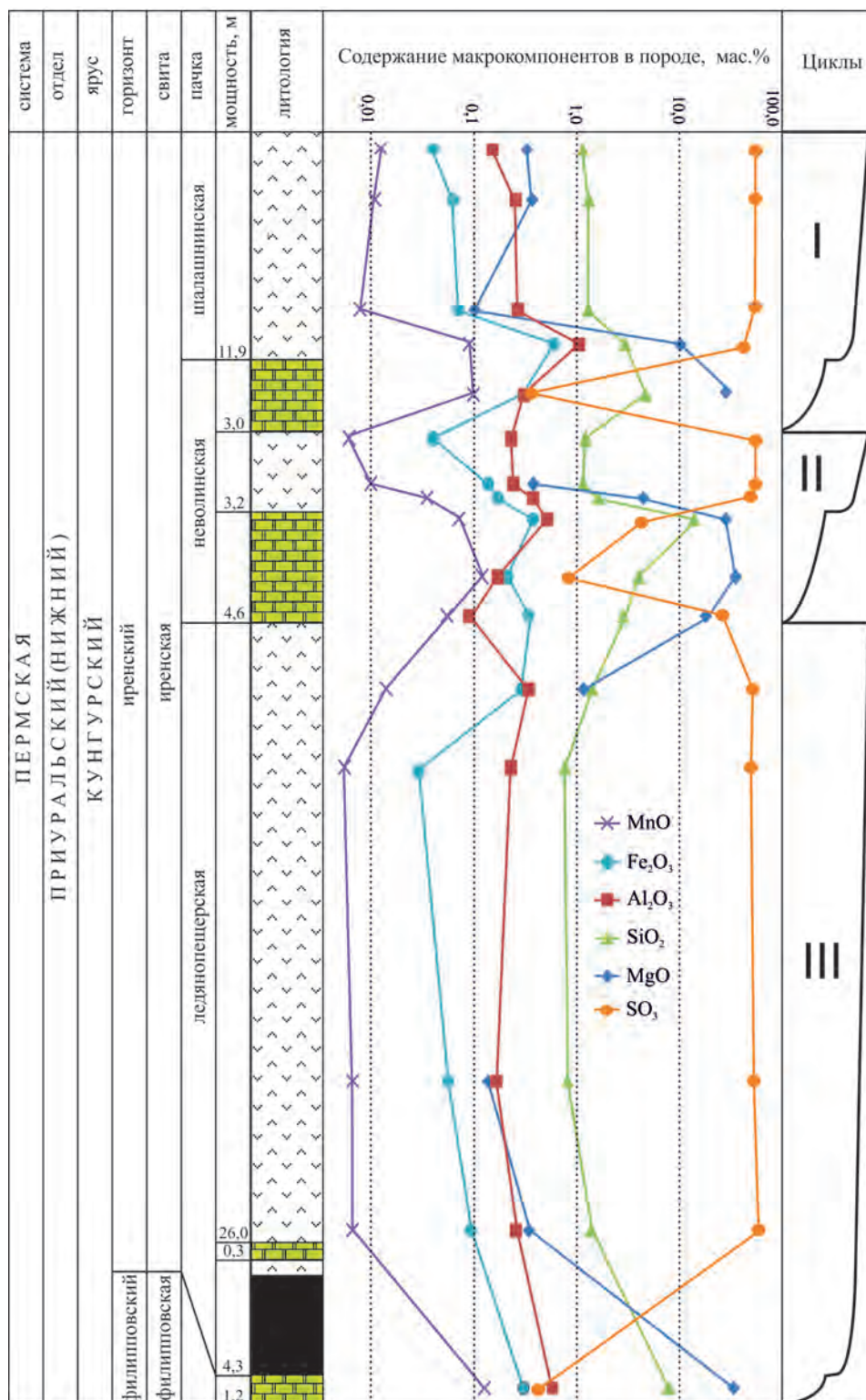


Рис. 6. Литолого-фациальный разрез массива Ледяной горы по скважине 4443 (усл. обозначения см. рис. 2)

Строение как пелитоморфного, так оолитового доломита осложнено стилолитовыми швами, гнездами и линзовидно-желваковыми обособлениями мелко-, среднезернистого гипса (рис. 4д). Порода разбита прожилками селенита, которые на отдельных участках приурочены к стилолитовым швам.

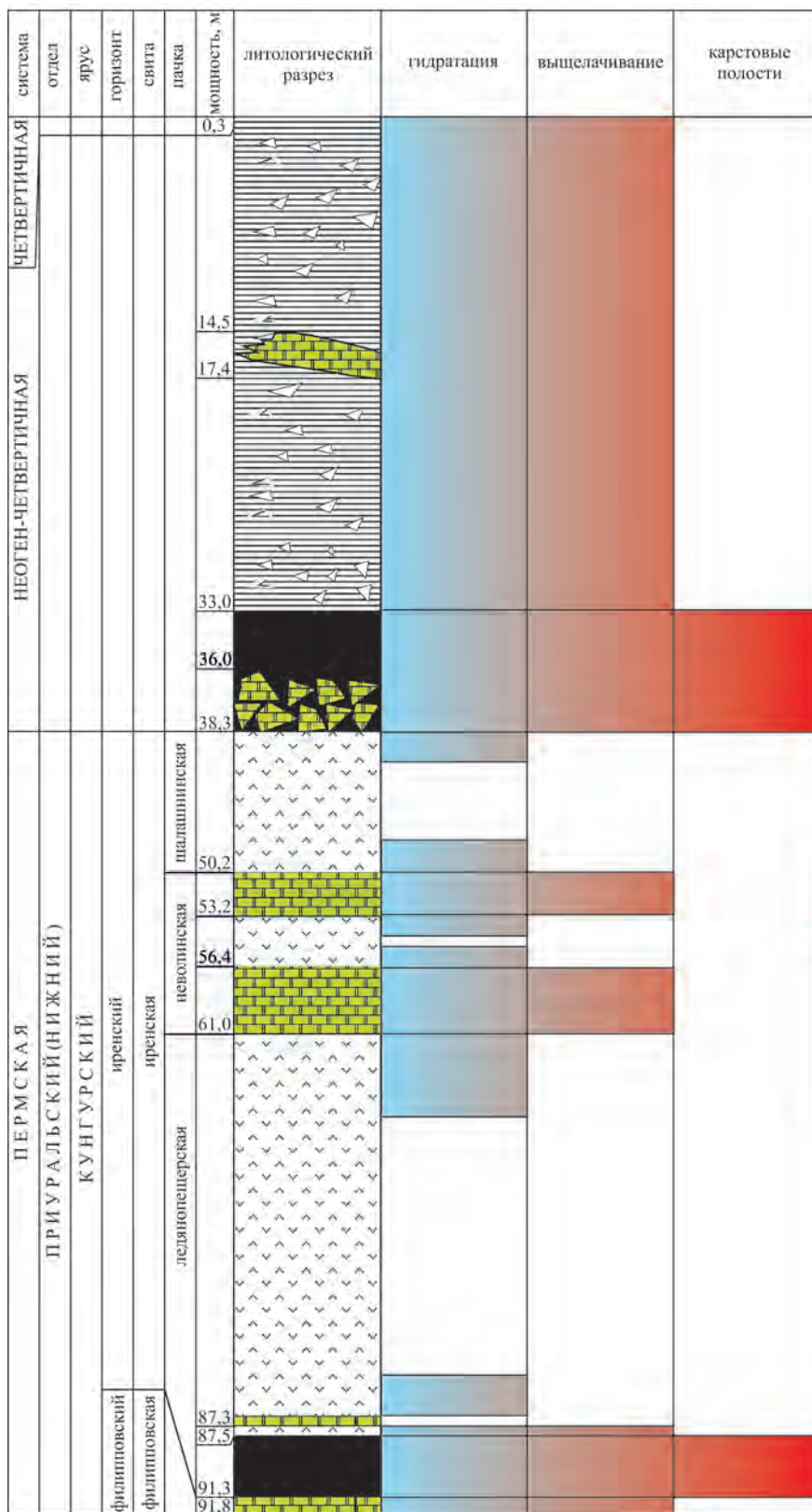


Рис. 7. Активность проявления карстовых процессов по разрезу скважины 4443

Ледянопещерская пачка (61,0-87,5 м) сложена мелкозернистым ангидритом, который в верхней и нижней части прослоя гидратирован и превращен в мелко-, среднезернистый гипс (рис. 5б). Толща характеризуется постепенной сменой текстуры: от массивной и слоистой (рис. 5в-г) в центральной части до линзовидно-желваковой и желваковой в краевых. В подошве сульфатного прослоя фиксируются теньевые шевронные структуры. В интервале 79,7-80,1 и 84,0-84,4 м в породе отмечены желваки улексита размером 1-5 мм (рис. 5а).

Филипповский горизонт (91,8-93,0 м) представлен тонкослоистым пелитоморфным доломитом, который на отдельных участках перекристаллизован до мелкозернистого. В породе отмечены множественные каверны выщелачивания (до 2-3 мм), стенки которых инкрустированы мелкозернистым кальцитом.

Исследование химического состава различных текстурно-структурных разновидностей карбонатно-сульфатных пород показало, что распределение макрокомпонентов в разрезе четко отражает литологические особенности. Содержание SO_3 достигает максимума в массивных прослоях гипса и ангидрита и резко снижается в тонкослоистых доломитах. Постепенная смена линзовидно-желваковой текстуры сульфатных пород на желваковую выражается увеличением содержания в породе кремния, алюминия, железа магния и марганца. Максимальная концентрация последних приходится на центральную часть доломитовых прослоев, где порода характеризуется слоистой либо оолитовой текстурой.

Ритмичность осадкообразования в кунгурское время, проявляющаяся на платформе чередованием карбонатных и карбонатно-сульфатных комплексов пород, впервые была отмечена Н.П. Герасимовым [1]. В работах предыдущих исследователей [2, 4] показано, что эти отложения были сформированы в солоноватоводной и солоноводной периодически распресняющейся лагуне, значительно удаленной от областей сноса.

Выявленные текстурные и вещественно-структурные особенности керны скважины позволили построить литолого-фациальный разрез массива Ледяная гора (рис. 6), в строении которого четко выделяются три ритмопачки.

Каждый цикл начинается с тонкослоистых доломитов, постепенно сменяющихся сульфатными породами. Такая последовательность отвечает увеличению минерализации воды в эвапоритовом бассейне. Переслаивание пелитоморфного и оолитового доломита может свидетельствовать о периодичном обмелении бассейна осадконакопления и смене тонкодисперсного материала оолитовым, характерным для зоны активной волновой деятельности.

Садка сульфатного вещества началась с образования крупных кристаллов гипса и их двойниковых агрегатов, придающих породе шевронное строение. Их смена вверх по разрезу мелкозернистым материалом свидетельствует о последующем пересыщении растворов в бассейне осадконакопления и массовом отложении пелитоморфного, вероятно, гипсового материала. Увеличение глинисто-карбонатного материала в краевых частях сульфатных прослоев, сопровождаемое сменой текстурных характеристик породы, указывает на цикличность периодов трансгрессии-регрессии в бассейне осадконакопления.

Основным гипергенным процессом являлась гидратация ангидрита и последующее растворение гипса. При этом также произошло изменение карбонатной породы, проявленное в виде выщелачивания, перекристаллизации и переотложения. Отмечено, что наиболее активно такие процессы происходят на границе карбонатных и сульфатных пород (рис. 7). Наибольшая закарстованность наблюдается в кровле полуразрушенной шалашнинской и нижней части ледянопещерской пачки.

Литература

1. Герасимов Н.П. О циклах осадконакопления в верхнем палеозое Пермского Приуралья и о границе карбона и перми// Международный геологический конгресс. XVII сессия. Тезисы докл. М.-Л.: ОНТИ, 1937. С. 87-88.
2. Золотова В.П. Верхний горизонт кунгурского яруса Пермского Прикамья// Уч. зап. Перм. ун-та. Пермь, 1961. Т. 18. Вып. 2. С. 3-13.
3. Катаев В.Н., Кадебская О.И. Геология и карст города Кунгура/ Перм. гос. ун-т; ГИ УрО РАН. Пермь, 2010. 236 с.

4. Софроницкий П.А., Золотова В.П. Нижний горизонт кунгурского яруса Пермского Прикамья// Уч. зап. Перм. ун-та. Пермь, 1957. Т. 11. Вып. 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ПЕЩЕРЫ МИХАЙЛО-АФОНСКОЙ ЗАКУБАНСКОЙ ПУСТЫНИ В АДЫГЕЕ

И.А. Агапов¹, Ю.С. Ляхницкий²

Русское географическое общество (РГО)

¹e-mail: agapov_ilya@mail.ru

²e-mail: yuri_lyahnitisky@vsegei.ru

В 2010-2012 гг. в летний период группа спелеологов комиссии Карстоведения и спелеологии РГО проводила комплексное обследование искусственной пещеры монастыря Михайло-Афонской Закубанской пустыни в Адыгее. Работы проводились по договоренности и с благословлением настоятеля монастыря.

Район находится на правом берегу р. Белой в отрогах северного склона Кавказа в 14 км к северу от поселка Ходжох (Каменомостский) в республике Адыгея. Пещера находится на абс. высоте приблизительно 850 м в лиственном буковом лесу, приблизительно в 600 м к северу от монастыря.

Монастырь был создан [1] в конце XIX века, с участием монахов из Святой Горы Афон (Греция). Это был самый крупный монастырь Кавказа, в котором было 11 храмов. В советское время там была организована турбаза «Романтика». Сейчас монастырь возрождается, уже построено 4 храма, планируется возродить подземный храм в пещере.

Объективные исторические материалы о времени основания пещеры неизвестны. Есть краткие упоминания об использовании монахами пещеры для жилья. Также существуют легенды, согласно которым пещера была создана еще в средневековье в период иконоборчества, в связи с исходом верующих из Византии на Кавказ. По всей видимости, основной этап строительства пещеры связан с развитием обители. Скорее всего, пещера была основана в период становления обители в конце XIX в.

Изучение пещеры было начато в 2001 г. группой КГСС из Краснодара – А.А. Остапенко и О.Ю. Крицкой [2]. В 2004 г. обследование полости и ее картирование выполнили представители группы РОСИ М.Ю. Сохин и А.А. Парфенов [3].

Пещера находится в шестистах метрах к юго-западу от г. Физиабго в поле развития нижнемеловых отложений готеривского и баремского ярусов свиты губс.

Первоначальная съемка пещеры 2004 г. оказалась достаточно точной. Мы провели ее незначительное уточнение, в основном, в обрисовке Большого зала и западного большого кольца.

Вход расположен в верховьях нижней части западного борта крупного субмеридионального лога. Пещера состоит из небольшого горизонтального лабиринта (рис. 1), общая длина ходов которого составляет около 148 м, и Большого зала, длиной 13 м и шириной 9 м. Амплитуда составляет 6 м. Ширина ходов изменяется от 0,6 до 1 м, высота – от 1,6 до 1,9 м. Центральный зал имеет высоту в центре 5,5 м (рис. 2) до поверхности рыхлого заполнителя и, видимо, около 6,5 м до коренного пола. По всей видимости, центральный зал мог использоваться в качестве храма.

В зале в результате обвала около 10 лет назад образовался свод (купол естественного равновесия), а под ним – конус вывала. Последний впоследствии был разровнен, при этом уровень пола в зале рыхлыми обвальными отложениями оказался поднят почти на метр.

От входа прямой ход идет в северном направлении на протяжении 21 м. Затем, от развилки, начинается Малый кольцевой ход, соединяющийся на севере с Большим залом. От Малого кольцевого хода ответвляется ход, идущий налево (на запад) и выходящий в Большой зал в западной стене (Большое Кольцо), частично засыпанный песком и понижающийся к северу. В западной части от него имеется тупиковое ответвление к северо-западу, длиной 8 м.

Северная часть кольцевого хода лежит несколько ниже южной, и ее пол затоплен водой на глубину 20-30 см даже в сухое время года. Есть еще два коротких хода, входящих в Малое кольцо, соединяющие южную часть Большого зала с южной частью Малого кольца. Таким образом, к югу от зала находится ход Малого кольца и массивный целик размерами 4 x 9 м.

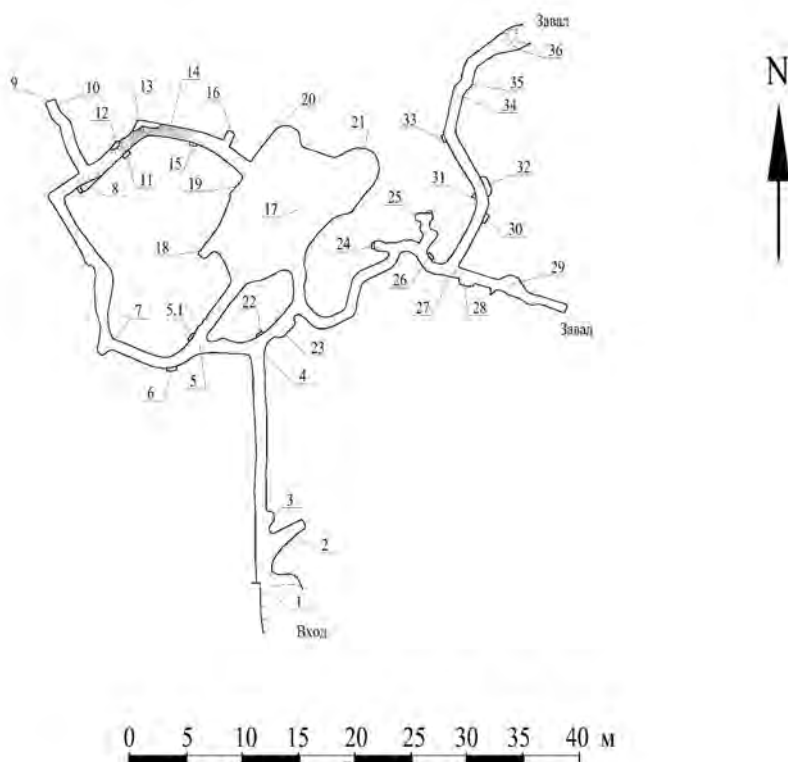


Рис. 1. План пещеры Михайло-Афонской Закубанской пустыни. На основе топосъемки, составленной М. Сохиным и А. Парфеновым [3]. Дополнения и корректировка выполнены И.А. Агаповым в 2010-11 гг.

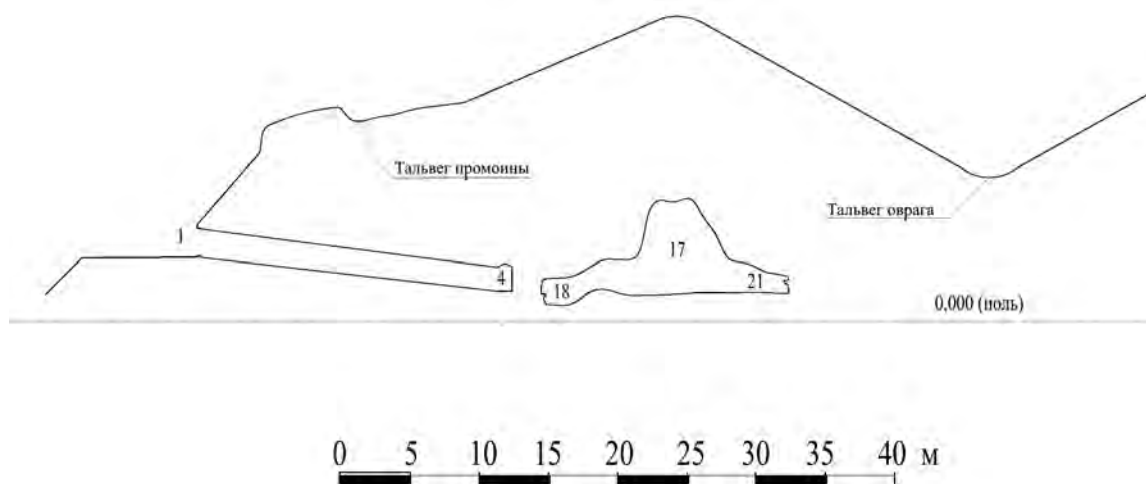


Рис. 2. Профиль по оси ~ Юг-Север (ось сечения храма и хода совмещены условно). Замеры: Агапов И., Ляхницкий Ю., Рожков В. 25.08.11. Обработка: Агапов И. Обозначения к плану (см. совместно с рис. 1): 1 - вход; 4 - часовня; 17 - пещерный храм; 18 - предполагаемое погребение; 21 - алтарь.

От Малого кольца, от первой развилки, вправо (к востоку) отходит второй извилистый ход, заканчивающийся завалом. В его восточном конце пол сильно засыпан, и высота полости снижается до 30-40 см. Перед завалом наблюдается вывал песчаника по поперечной меридиональной трещине. В средней части этого хода находятся два мелких ответвления с небольшим тупичком длиной 2 м (часовней и кельей) сложной формы, а за ними длинное ответвление к

северу, заканчивающееся небольшим расширением, понижением и завалом с древесными остатками и высохшими листьями, а за ним узкий лаз и вертикальный колодец, выходящий на поверхность.

Существование «Второго входа» требует осмысления. На поверхность он выходит в обвальной воронке. Видимо, он никогда не обустроивался и вообще не служил выходом на поверхность. Возможно, он образовался позднее естественным путем, в результате обвала. Кроме того, можно предположить, что ход первоначально проходил под логом и, возможно, продолжается за завалом в северо-восточном направлении. Этот участок необходимо детально обследовать и провести раскопки для выявления его первоначальной морфологии.

Сечение ходов почти прямоугольное, в верхней части с выступами, иногда достигающими значительных размеров, образованными обособлениями и линзами прочных кремнистых пород. Изредка эти крупные кремнистые обособления выступают и в потолке ходов. Большая часть ходов имеет плоский потолок, образованный пластом прочных кремнистых пород. Стены полостей сложены среднесцементированными желтыми песчаниками, выветрелыми на поверхности. Первоначально стены были покрыты многочисленными надписями, сделанными, видимо, во времена турбазы «Романтика», но сейчас часть ходов очищена от граффити и поверхность стен стала более ровной.

Таким образом, подземный комплекс представляет собой культовую пещеру, выполненную в традициях пещерных монастырей средней части России и Киевщины, для которых характерна лабиринтовая система галерей с выраженной кольцевой структурой, замыкающейся на крупный пещерный храм. Мы видим здесь несколько основных составных частей комплекса: галереи, пещерный храм, часовни, келью для монашеской практики, ниши для икон и светильников, и др. назначения, граффити религиозного содержания, несколько помещений неясного назначения (например, «келья привратника» при входе, а также возможная погребальная камера в стене храма).

Основные элементы пещеры представлены на рисунке 1. Перечень элементов приведен ниже:

- 1) Вход в пещеру. Склон в районе входа укреплен стенками из шлакоблоков (на плане затемнены). Вход оборудован металлической дверью решетчатого типа. Козырек, состоящий из пласта кварцита. Пространство под козырьком (навес) шириной около 70 см (со стороны входа). Современная кладка из шлакоблочных кирпичей.
- 2) Привходовое помещение (возможно, «келья привратника»). На момент обследования использовалось как склад инструмента. Частично расчищено от наносов. В правой стороне привходовой галереи выполнено подтрапециевидное в плане помещение с неравными сторонами. Его максимальная/минимальная ширина составляет около 2,5 / 1,1 м, длина около 2,2 м. Высота помещения переменная: от 1,7 м до 1,5 м (понижение от входа к тупику), своды плоские. В стенах помещения имеется ниша для светильника, полка и выступ кварцита. Имеются следы свежей зачистки стен.
 - Ниша 30 x 20 x 25 см грубой работы (возможно, использовалась для светильников)
 - Выступ пласта кварцита в нижней части. Длина около 60 см. Ширина до 30 см. Высота от пола до 30 см.
 - Полка в стене габаритами 15 x 35 см. Находится в месте перехода стены помещения со стеной привходовой галереи.
- 3) Ниша во всю высоту галереи. Глубина ниши около 50 см. Длина – около 150 см. Своды галереи – коробовые.
 - Выступ пласта кварцита в нижней части. Длина около 50 см. Ширина до 15 см. Высота от пола до 25 см.
 - Ниша для икон 15 x 26 x 16 см. Верхняя часть ниши глубиной около 16 см. Нижняя около 5 см.
- 4) Паз (дверной?) на восточной стене галереи. Шириной примерно 6 см, глубиной от 2 до 5 см, во всю высоту галереи.
- 5) Предполагаемая часовня на пересечении ходов.
 - Ниша для икон 40 x 55 x 15 см под сводом

- 6) Ниша для икон 50 x 50 x 15 см на высоте 100 см от пола (высота галереи 190 см).
- 7) Ниша для светильника на высоте 80 см от пола.
- 8) Угловая лежанка-ниша (в основании невыломанный пласт кварцита): длина 170 см, ширина 70 см, высота около 100 см. В стене лежанки две ниши для светильников.
- 9) Ниша для икон 25 x 40 x 15 см под сводом тупиковой галереи. В нише граффити православного креста. В основании тупика выход пласта кварцита.
- 10) Ниша для светильника 12 x 12 x 15 см.
- 11) Ниша для икон 50 x 60 x 15 см.
- 12) Уступ (выход пласта кварцита) 100 x 50 см, на высоте от пола 20 см.
- 13) Лежанка-уступ (выход пласта кварцита): длина 200 см, ширина от 40 до 70 см, высота от пола 35 см, высота от лежанки до свода 120 см. Над лежанкой ниша для светильника 15x12x7 см. Лежанка находится в подтопленной части галереи.
- 14) Подтопленный водой на момент обследования участок галереи (затемнен на плане).
- 15) Ниша для светильника 30 x 30 x 10 см.
- 16) Ниша во всю высоту (стенку) галереи: высота 130 см, ширина 55-90 см, глубина – 85 см.
- 17) Пещерный храм. В плане около 8 x 14 м. Вытянут в северо-восточном направлении. В храме произошло обрушение свода с образованием купола высотой около 7 м (центр купола приблизительно в районе выноски поз. 17). Возможно, что до обрушения в своде храма мог присутствовать искусственный купол. Обвальный конус от обрушения, силами монастыря был расчищен. Храм не был расчищен до конца. На момент обследования толщина наносов составляет около 80-120 см. В результате обрушения стены и свода храма практически не сохранили свой первоначальный вид.
- 18) Ниша глубиной 175 см, шириной 125 см, высотой около 190 см. Нижняя часть ниши была кем-то расчищена до уровня материка (уровень наносов около 80 см). Вероятно, ниша могла иметь погребальное назначение. В торце ниши природный уступ из пласта кварцита, наподобие ниши или полки.
- 19) Паз в стене храма: высота (сохранившейся фрагмент) – 85 см (от пола), ширина – 6,5 см, глубина – 2 см.
- 20) Камера габаритами около 3x2 м в северо-западной части храма. Высота камеры около 1,5-2 м. Возможно, могла выполнять функцию бокового предела или жертвенника или иное значение. Уточнить ее назначение возможно после полной расчистки до уровня пола. С учетом наносов (около 1,2 м) первоначальная высота камеры могла быть больше.
- 21) Камера габаритами около 4x5 м в северо-восточной части храма. Судя по всему, камера являлась алтарем храма. Высота свода переменная. В пределах 1-3 м. Самая низкая часть находится в торце алтарной апсиды. Самая высокая часть – в месте перехода свода храма и алтарной апсиды). С учетом наносов (около 1 м) первоначальная высота алтаря могла быть больше.
- 22) Ниша для икон 45 x 55 см под сводом галереи. Глубина ниши в нижней части – 5 см, а в верхней – 25 см (за счет отклонения стены при переходе в свод галереи).
- 23) Ниша (наподобие стасидии) во всю высоту галереи. Высота ниши 190 см, длина 155 см, глубина 75 см. Могла использоваться для установки мощей или иных христианских реликвий (например, на специальном деревянном помосте). Правда, по торцам ниши нет киотов для икон, что не позволяет быть уверенным в подобной трактовке.
- 24) Ниша в торце тупиковой части галереи. Возможно, выполняла функцию часовни.
- 25) Отшельническая келья для практики затвора.
- 26) Ниша для икон в стене галереи у входа в отшельническую келью.
- 27) Ступенчатый переход свод, высотой 55 см.
- 28) Ниша в стене галереи (в верхней половине). Длина 120 см высота 75 см, глубина – 50 см. Свод ниши закруглен, плавно переходя в свод галереи.
- 29) Расширение галереи с образованием обвального купола. Возможно, что из этой галереи имеется продолжение в заваленную часть комплекса.
- 30) Ниша для икон под сводом 55 x 60 x 12 см (в нижней части глубина ниши 12 см, в верхней – 20 см, за счет изгиба стены в месте ее перехода в свод).

- 31) Ниша для светильника 10 x 15 x 5 см.
- 32) Природная ниша на уровне пола 125 x 40 x 50 см, похожая на нишу вывала. На уровне пола линзовидная форма.
- 33) Ниша для икон плохой сохранности 27 x 40 x 3 см.
- 34) Переход свода примерно 10 см.
- 35) На уровне пола овальный выступ кварцитовидных песчаников шириной 50 см, по уровню пола длиной около 200 м, глубиной около 40 см. Увлажненный участок.
- 36) Расширение хода примерно до 2 м, оканчивающееся осыпью с листвой. В правом дальнем углу – провал.

Пол ходов часто неровный, в средней части наблюдаются выступы, образованные, видимо, при выдавливании ногами туристов пластичного глинисто-песчаного материала.

В связи с задачей возрождения подземного храма и организации экскурсионного маршрута в пещере нами были проведены работы по уточнению и детализации топографических съемок, фиксации архитектурных форм, обеспечении безопасности и проведение раскопок обвалившихся ходов.

В августе 2010 г. группой комиссии карстоведения и спелеологии Русского географического общества были проведены рекогносцировочные работы, сделана полуинструментальная съемка участка, исследовались архитектурные формы и старинные граффити. В ходе работ были сделаны находки монет 2-й пол. XIX - нач. XX вв., старинных артефактов, переданных настоятелю монастыря.

Основные работы проводились летом 2011 г. Они были направлены на воссоздание пещерного храма Михайловской Пустыни и обеспечение безопасности посетителей пещеры. Они позволили существенно уточнить параметры объекта и продвинуть процесс его обустройства. Была проведена топографическая съемка поверхности массива и составлен подробный план совмещения рельефа с пещерой. Выполнена топографическая съемка пещеры с нивелировкой полов пещеры.

Для обеспечения безопасности посетителей мы провели снятие «заколов» и обработку свода Большого зала, где планируется обустройство храма, для обеспечения его устойчивости, т.к. состояние свода угрожает обвалом. Из-за низкой устойчивости слоистой глинистой толщи подобные работы необходимо проводить регулярно. При этом нами были вскрыты суффозионные каверны и протяженные каналы, по которым с поверхности в зал просачивалась вода. Это открытие было весьма неприятным, т.к. показывало, что перекрывающие толщи существенно ослаблены псевдокарстовыми процессами.

Нивелировка полостей позволила выбрать наиболее рациональный вариант дренажа пещеры, что обеспечит ее защиту от сезонных затоплений. К сожалению, осуществлять сброс воды в дочерний Северный лог невозможно, т.к. уровень его тальвега выше, чем полости пещеры. Осмотр пещеры показал, что Восточный тупик, видимо ранее был длиннее и перекрыт обвалом. Мы предприняли попытку провести раскопки завала, но выяснилось, что своды полости неустойчивы и их необходимо закреплять. В конце раскопанного тупика были вскрыты небольшие псевдокарстовые каналы по которым с поверхности были принесены листья деревьев. Полы пещеры были покрыты буграми и выбоинами, что делало проход по пещере очень неудобным, поэтому было проведено выравнивание полов полостей экскурсионного маршрута и удаление наносного материала с транспортировкой его из пещеры. Всего из пещеры было удалено около 10 м³ рыхлых обвальных отложений.

Было проведено исследование радиационного фона, показавшее, что он имеет нормальный уровень. В основном он колеблется в интервале от 12 до 14 мР/ч, и не представляет опасности для людей.

Выполнялась детальная фиксация архитектурных форм, старинных изображений и граффити на стенах пещеры с подробной фотодокументацией. Обследованы граффити и гравирутки на стенах пещеры.

На основании собранного материала был составлен проект [4] обустройства пещеры для проведения в ней экскурсий и воссоздания подземного пещерного храма. Он предусматривал частичное укрепление стен и свода Большого зала с формированием в нем алтаря с ал-

тарной преградой, обустройство дренажной системы, расчистку и крепление Восточного тупика, а также – оголовков на входе и, возможно, на втором входе, который предполагается сделать на выходе хода от Восточного тупика.

Разработан проект входной арки с использованием местного поделочного камня и даже проведена подготовка материалов для ее облицовки.

Литература

1. Монах Прокопий. История Свято-Михайло-Афонской Закубанской общежительной пустыни. - Майкоп: ОАО "Полиграф-Юг", 2008. - С. 36.
2. Остапенко А.А. Искусственные полости западного Кавказа // Спелестологический ежегодник РОСИ 2000, М., 2001. - С. 95.
3. Сохин М.Ю., Парфенов А.А. Отчет о результатах экспедиции по изучению искусственных подземных полостей на территории республики Адыгея, проведенной с 7 по 18 июня 2004 года. М.: РОСИ, 2004. /рукопись/
4. Ляхницкий Ю.С., Агапов И.А., Ляхницкий О.Ю. Проект обустройства подземного Храма и экскурсионного маршрута в искусственной пещере монастыря Михайло-Афонской Закубанской Пустыни. СПб., 2010.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОКЛЮЗА ГОЛУБОЕ ОЗЕРО

С.С. Евдокимов¹, С.П. Пирожков²

Спелеосекция ВИБ, Пермский городской спелеоклуб.

¹614016, г. Пермь ул. Елькина 8 – 108

²618900, г. Лысьва ул. Ленина 44/2 – 42

Воклюз Голубое озеро находится на правом берегу р. Чусовой в пределах пойменной части долины, в 12 км выше г. Чусового, в 200 м выше по течению реки от камней Большие Глухие. Расположен в 50 м от уреза воды р. Чусовой, на высоте около 4 м. Дебет от 0,5 м³/с до 1,2 м³/с. В осенний паводок был зафиксирован дебет до 2,1 м³/с.

Озеро находится в зоне вертикальной восходящей разгрузки карстовых вод. Котловина озера представляет собой устьевую воронку, разработанную коррозией источника, питающегося из подводной пещеры. Подземные воды, поступающие под напором, заполняют котловину и образуют озеро с постоянным поверхностным стоком в виде небольшой речки.

Исследования методом окрашивания воды показали, что это выход реки Глухая, уходящей под известняковую скалу в 6 км севернее, в районе деревни Половинка. По данным института ВНИИОСуголь в 1986 г. расход реки Глухая достигал в месте ее поглощения 13392 м³/ч, а дебет источника – 10368 м³/ч. Воды реки Глухой дренируют толщи хорошо карстующихся известняков и доломитов франского, фаменского и турнейского ярусов.

Озеро овальное (17 x 25 м), вытянутое в меридиональном направлении, на западе существует протока дающая начало речке Большая Глухая.

Попытки прохождения воклюза осуществлялись с июля 1979-го года спелеоподводниками Пермской секции ВИБ под руководством С.С. Евдокимова.

Собственная глубина озера на открытой воде – 9 м. На глубине 3 м восточный склон воронки обрывается скальным уступом, образованным двумя стенками (Аз. 0° и Аз. 70°). На шести метровой глубине открывается ход в виде арки, идущий в широтном направлении (Аз 76°), до глубины 18 м на расстояние более 80 м. Сечение хода определить не удалось ввиду больших объемов и недостаточной видимости. В дальнейшем исследования в этом направлении не проводились. Течение в этом месте отсутствует. Дно ровное.

Из зафиксированных явлений были обнаружены белые нити, свисающие с потолка, первоначально принятые за корни растительности. Они разрушались при неосторожном движении вокруг них. Нити были длиной свыше двух метров, при ближайшем рассмотрении оказалось,

что они состоят из пластинчатых белых кристаллов размером около 1-2 мм. Собранные в пробирку они напоминали мондмилх.

Возникает вопрос, каким образом происходила кристаллизация вертикальных нитей и их дальнейший рост?

В поисках течения, движение от входа вдоль стенки по часовой стрелке привело к глыбовому завалу в северном направлении, из которого шёл сильный поток. После нескольких погружений удалось найти проход (-18 м), доступный аквалангисту, и проникнуть вглубь. За глыбовым завалом ход резко расширяется до 4 м и обрывается уступом на глубину 25 м, где выходит на горизонтальный участок длиной около 7 м. Дно хода выложено округлой окатанной галькой длиной 10-15 см (создавалось полное ощущение речного дна), поднятые на поверхность образцы оказались розовым кварцитом, покрытым тёмно-коричневой коркой. Галечный участок обрывается ещё одним уступом до глубины 30 м.

Дно ровное, постепенно повышающееся.

На расстоянии 300 м от входа зафиксированная глубина была равна 16 м. Ход сужается к низу, и в нижней части шириной около метра. Высота хода колеблется сильно, над дном полости от 10 до 20 м (глубина 20-10 м ниже уровня реки).

Здесь же, в глыбовом завале на глубине около 20 м, в восточной стороне, среди трещин был найден проход, ведущий на глубину -56 м.

Дно его сложено окатанными плитами и покрыто слоем тончайшего ила. Ширина прохода 2-3 м.

Температура воды озера летом +7°C, зимой +2,1-2,3°C. Прозрачность достигает 9-12 м. Зимой вода в озере кристально прозрачная. Летом цвет ее колеблется от грязно-коричневого и белесого (при минимальной прозрачности) до голубого и ультрамаринового в наиболее глубоких частях озера (при максимальной видимости).

Трасса была оборудована следующим образом: на глубине 12 м закреплен 40-литровый транспортный баллон, к горловине которого закреплен 95-метровый лить кабельной конструкции (диаметр 8 мм). Второй конец линия закреплен к двум тракам от лесовозного трактора, через грушевидный карабин Раковского. Здесь перестежка, далее идет 8 мм капроновый крученый 100-метровый лить, который закреплен в конце хода за камень. Для дальнейшего прохождения использовался 100-метровый капроновый лить (диаметр 3 мм) на катушке.

В 1988 году достигнутые результаты составляли:

Общая длина пройденных ходов	424 м.
Достигнутая глубина	56 м.
Пройдено по северному ходу	308 м.
Пройдено по восточному ходу	96 м.

Достигнутые результаты были получены на пределе имеющихся на то время технических возможностей, дальнейшие погружения в воклюз не осуществлялись.

Регулярные наблюдения были прекращены, фиксировались лишь спорадические сообщения от проходящих туристических групп. В 98-99 годах появились сообщения о сильной заиленности берегов озера и ухудшении видимости до нулевой.

В начале века изменилась техническая база подводников, с появлением нового оборудования и технологий появилась возможность продолжить исследования.

В августе 2002 года Пермским городским спелеоклубом была организована поездка большой группы аквалангистов под руководством Вадима Жакова, которая, прибыв на место, обнаружила сильно изменившийся ландшафт озера (сильную заиленность берегов, подъем общего уровня воды на 70 см, появление двух постоянных протоков реки). Погружение в условиях ограниченной видимости (20 см) не дали возможность обнаружить проходы, но тем не менее был найден конец второго литья (100-200 м), очевидно вынесенного в привходовой грот из-за разрушения концевой точки крепления (200 м), проложенного в 1983 году. Не найдя прохода, группа вернулась в Пермь. В дальнейшем, по сообщениям проплывающих туристических групп, видимость в воде стала улучшаться.

В 2007 году пришла первая информация, что сплавляющиеся по Чусовой туристы видели действительно голубое озеро.

К этому времени на Урале организовалась группа спелео-подводников UCDDT (Ural Cave Diving Team) под руководством Ю. Базилевского.

В июле 2008 года пришло сообщение, что вода чистая, и Юра Базилевский и Женя Рунков отправились на Чусовую.

Озеро действительно просветлилось, но видимость оказалось не более полутора метров. Ю. Базилевский прошёл по потолку, около 80 м.

К следующим выходным команда готовилась к серьёзной поездке, но погода внесла свои коррективы. Ливень, накрывший весь район, превратил Голубое озеро в фонтан коричневой жижи, и поставил крест на попытке погружений. Надежда осталась только на зимнюю межень.

14 марта 2009 года группа собралась в г. Чусовой для заброски экспедиционного оборудования на снегоходах до озера. Два длинных Бурана за несколько ходок перебрасывали всё снаряжение. В результате погружений было пройдено 150 м от входа. Отмечено большое скопление рыбы (судя по описанию – налимы; нерестовое скопление). Температура воды была 2°C.

8 марта 2010 года. Группа Ural Cave Diving Team и GUE. Первое же погружение показало, что пещера очень живая, рельеф после паводков может сильно меняться. Были зафиксированы обрушения потолка (некоторые участки проложенных в прошлом году ходовиков оказались завалены). В районе 20 м явно есть боковой приток.

Следует обратить внимание на залив в береговом откосе реки Чусовой, расположенном в километре севернее Голубого озера в устье лога, в верховьях которого (у поселка Скальный)¹ исчезает река Глухая. Аэрофотосъёмка середины 70х годов прошлого столетия показала наличие в тальвеге его цепочки воронок от места поглощения реки Глухая в районе пос. Скальный. С большой долей вероятности следует предположить, что этот залив в берегу реки Чусовой был старым выходом подземной реки. Погружения в заливе положительного результата не дали, дно в этом месте представляет крупноглыбовой завал. В доступной литературе упоминания об этом заливе не найдено.

Мы, сохранив интерес к данному району, изучили космоснимки в программе Google Earth, и обнаружили ранее не известные воронки, идущие цепью от Голубого озера параллельно ходу, пройденному ранее спелеоподводниками. Было сделано предположение, что данные образования носят техногенный характер, ввиду близости нахождения шахты в поселке Скальный, производившей слив в реку Глухая значительного количества кислых шахтных вод, что могло привести к интенсивному техногенному разрушению вмещающих пород и образованию новых провалов.

Для изучения данных процессов была выполнена полуинструментальная съёмка карстовых провалов с последующим их наложением на уже имеющуюся топографическую съёмку Голубого Озера с целью упорядочивания имеющихся данных. Было выполнено несколько выходов групп туристов для изучения района под руководством С. Пирожкова. В результате была отснята нитка маршрута от озера через воронки, найденные на фотографии программы Google Earth. Полученные данные обрабатывались в программе Therion.

Отснятая нитка хода хорошо коррелируется с отснятым в конце 80х годов подземным (подводным) ходом речки Глухая, тогда было отснято 300 м хода. Получилось, что первая воронка расположена в районе последней точки подводной топографической съёмки.

Точка подводной топографической съёмки находилась на глубине 16 м, а высота воронки над уровнем реки 84 м (до зеркала воды). Высота хода подземной реки была около 12 м, таким образом, мощность вмещающих пород 50 м.

Можно предположить техногенное разрушение вмещающих пород, влекущее за собой изменение рельефа, и в последующем образование оврага. В настоящее время ведется мониторинг состава воды, который показывает, что вода вполне пригодна для употребления в

¹ Историческая справка: Поселок основан 1 декабря 1929 г. В 1940 г. здесь началось строительство шахты «Скальная 1» (пущена в действие 22 мая 1942 г. и работала до 1998 года, когда постановлением правительства была закрыта. И даже сейчас после закрытия шахты процесс излияния воды продолжается. Подробнее об истории поселка Скальный можно узнать, пройдя по данной ссылке <http://skalny.ru/istoria>.

пищу. Вода, проходящая сквозь вмещающие породы, очищается и обретает нормальные органолептические качества. Также было бы интересно выяснить причину образования галечного участка и изучить процесс образования нитей.

Соавторы благодарят за помощь в работе: Ольгу Внукову, Александра Заворохина, Марию Игнатьеву, Максима Игнатьева, Олега Копылова, Екатерину Ломаеву, Павла Пирожкова, Людмилу Чернышеву.

Литература

1. Максимович Г.А. Спелеографический очерк Пермской области. Спелеологический бюллетень Естественно-научного института при Пермском государственном университете им. А.М. Горького. – Пермь, 1947. – С. 18.
2. Переселегин И.М. Отчет по работам карстовой партии Пермской инженерно геологической группы в.камского бьефа. – Фонд ЛОГИДЕПА, 257. – С. 1936.
3. Евдокимов С.С. Голубое озеро / Геологические памятники Пермского края. Энциклопедия. – Пермь: «Книжная площадь», 2009. – С. 471-473.
4. [Электронный ресурс]: <http://forum.tetis.ru/viewtopic.php?t=41607>

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕЧЕБНОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЯХ

А.Г. Исаевич, Н.А. Трушкова

Горный институт Уральского отделения РАН
aero_alex@mail.ru, aeronadya87@gmail.com

В последнее время в связи с ухудшением экологической обстановки увеличилось количество людей, страдающих легочными заболеваниями. Одним из перспективных методов борьбы с болезнями легких и верхних дыхательных путей является спелеотерапия, которая может применяться в комплексе с медикаментозными средствами лечения. В настоящее время широко распространены спелеокамеры, а также лечебницы расположенные в калийных и соляных рудниках.

Спелеотерапия, что в дословном переводе означает пещеролечение, существовала еще в древнем мире. Отсюда и ее название: греческое *spelaiou* - пещера, *therapia* - лечение. Суть метода заключается в воздействии на организм человека природных, физических факторов, характерных пещерам и обусловленных геофизическим местом расположения и химическим составом породы этого массива. Спелеотерапия может применяться для лечения таких заболеваний, как: бронхиальная астма, аллергия, бронхиты, хронический трахеит, хронический синусит.

В этой статье рассмотрена возможность использования уникальной атмосферы, формирующейся в пещерах. Существуют пещеры, используемые для спелеотерапии в настоящее время, например, венгерская пещера Таваш. Лечебное воздействие атмосферы пещер обусловлено рядом факторов, это:

- Повышенная концентрация углекислого газа (значительно увеличивается интенсивность дыхания, оказывает противоспазматическое действие);
- Постоянный микроклимат;
- Отсутствие пыли и аллергенов;
- Наличие аэроионов.

Присутствие в атмосфере подземных карстовых полостей легких аэроионов - это один из основных лечебных факторов, используемых в спелеотерапии.

Открытие атмосферных ионов относится к 1899г., когда немецким физикам Н. Geitel и J. Elster удалось выявить, что электропроводность воздуха зависит от постоянного присутствия в нем особых электрических частиц, названных атмосферными ионами, или аэроионами. В России большой вклад в изучение аэроионов внес А.Л. Чижевский.

На сегодняшний день установлено, что образование ионов в воздушной среде обуслав-

ливают физико-химические свойства атмосферы и имеет важное значение для осуществления различных процессов в биосфере.

Ионизация компонентов воздуха происходит под действием различных источников ионизирующего излучения, основными из которых являются:

1. Космическое излучение;
2. Рассеянные в земной коре, почве, воздухе, воде и других объектах внешней среды естественные радионуклиды, из которых основной вклад в ионизацию вносят ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th ;
3. Искусственные радионуклиды, попадающие во внешнюю среду в результате деятельности человека.

Первые два источника ионизирующих излучений относятся к природным и определяют так называемый естественный радиационный фон. Космическое излучение представляет собой поток элементарных частиц очень высокой энергии (10^{10} - 10^{20} эВ и выше), попадающих на землю из мирового пространства. Естественные радиоактивные вещества могут существовать в земной коре либо в рассеянном, распыленном виде во всех составляющих ее породах и минералах, либо в виде скоплений значительного количества радионуклидов в нижних слоях земной коры.

В нашем случае наибольший интерес представляют естественные радиоактивные вещества, содержащиеся в породе, вмещающей в себя Кунгурскую Ледяную пещеру (далее КЛП). Исследования состава воздуха, проводимые ранее в КЛП, установили наличие в атмосфере пещеры радона. Именно наличие радионуклидов радона способствует созданию специфического радиационного и аэроионизационного фона.

В Кунгурской Ледяной пещере проведена серия измерений концентрации легких аэроионов. Замеры проводились в зимний, весенний, летний и осенний периоды года. Общая концентрация легких аэроионов в открытой атмосфере заметно ниже, чем в атмосфере пещеры. Максимальное значение зафиксировано в ранние утренние часы – 500 ионов в см^3 , минимальное во второй половине дня – 100 ионов в см^3 . При этом концентрация аэроионов в атмосфере пещеры значительно превышает фоновые значения и варьируется в зависимости от сезона года от 5000 до 50000 ионов в см^3 .

В зимний период средняя концентрация легких аэроионов составляет 6900 положительных ионов в см^3 и 5700 отрицательных ионов в см^3 воздуха.

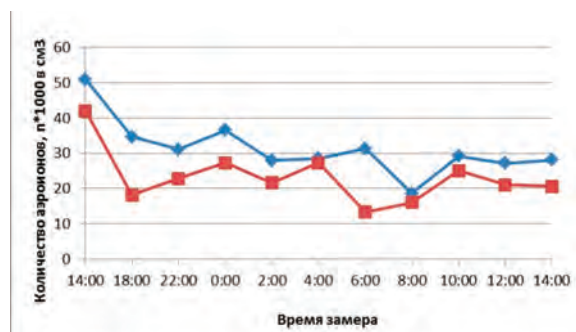


Рис. 1. График суточного колебания концентрации аэроионов в атмосфере пещеры в весенне-летний период.

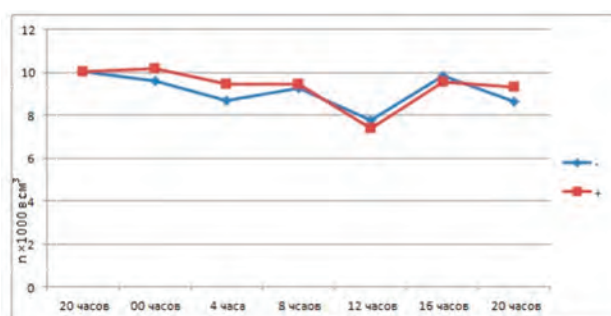


Рис. 2. График суточного колебания концентрации аэроионов в атмосфере пещеры в осенне-зимний период.

График суточной динамики концентрации аэроионов в весенне-летний и осенне-зимний периоды представлены на рисунках 1 и 2.

Для сравнения в осенне-зимний период были проведены замеры концентрации легких аэроионов в открытой атмосфере. По графику наглядно видно, что концентрации радона в осенне-зимний период меньше, чем в весенне-летний, но это не снижает положительное воздействие аэроионизационного фона. На рисунке 3 представлен график суточного колебания концентрации легких аэроионов в атмосфере.

Таким образом, установлено, что концентрация аэроионов в атмосфере пещеры значительно выше фоновых значений и составляет в весенне-летний период от 15000 до 50000 ионов

в см³. В осенне-зимний период от 7000 до 10000 в см³ воздуха. Фоновые значения концентрации аэроионов в открытом атмосферном воздухе изменяются от 20 до 500 частиц в см³ воздуха. В летний период необходимо четко регламентировать время нахождения людей внутри пещеры из-за присутствия в атмосфере радона.

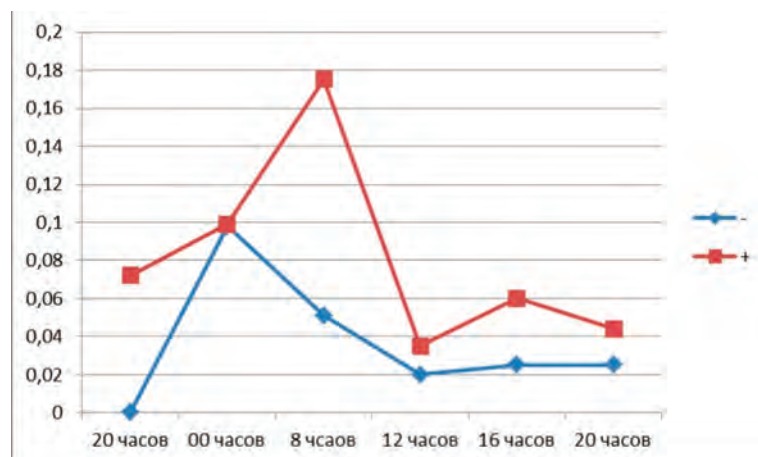


Рис. 3. График суточной динамики концентрации положительных и отрицательных аэроионов в атмосферном воздухе

Анализ полученных данных показал, что концентрация легких аэроионов в пещере не только превышает аналогичные показатели в атмосфере, но и носит более стабильный характер. В тоже время в открытой атмосфере наблюдается ярко выраженные максимум минимум концентрации легких аэроионов. Максимум приходится на ночные и ранние утренние часы (с 0 часов до 4 часов), минимум на вторую половину дня.

Проведенные исследования доказали, что Кунгурская Ледяная пещера обладает одним из важнейших факторов, необходимых для спелеотерапии - повышенной концентрацией легких аэроионов.

Литература

1. Спелеотерапия в калийном руднике / Баранников В.Г., Черешнев В.А., Красноштейн А.Е., Туев А.В. и др. – Екатеринбург: изд-во УрОРАН, 1996. – 173с.
2. Кадебская О.И. Геоэкологическое состояние Кунгурской Ледяной пещеры и прилегающей территории, ее охрана и рациональное использование. Дис. канд. геогр. наук: 25:00:36 – Геоэкология: Пермь, 2004, 190 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕРХНЕКОТЛЯКОВСКОГО СПЕЛЕСТОЛОГИЧЕСКОГО БЛОКА

Е.Г. Яновская, В.С. Булатов

СГ «Летучая Мышь», Москва

Верхнекотляковский спелестологический блок располагается в городском округе Домодедово Московской области, в нижнем течении реки Пахра, на ее правом берегу между деревнями Камкино и Котляково. С юго-запада и северо-востока он ограничен двумя оврагами, соответственно Жеребятьевским (Камкинским) и Вяльковским, сформированными периодическими водными потоками, пересыхающими в летний период. Северо-западная граница образована р. Пахрой. Южная граница блока не вполне ясна, вероятно, она проходит по отвершкам упомянутых оврагов возле Жеребятьевского кладбища и д. Вяльково.

Стоит отметить, что Верхнекотляковский спелестологический блок входит в состав Котляковского спелестологического участка Мячковского спелестологического района [2]. В этом районе находятся крупнейшие подземные каменоломни Московской области, такие как Съя-

новская, Камкинская (Кисели), Мещеринская, Дугинская-1 и другие.
Исследование данного блока проводилось в несколько этапов.

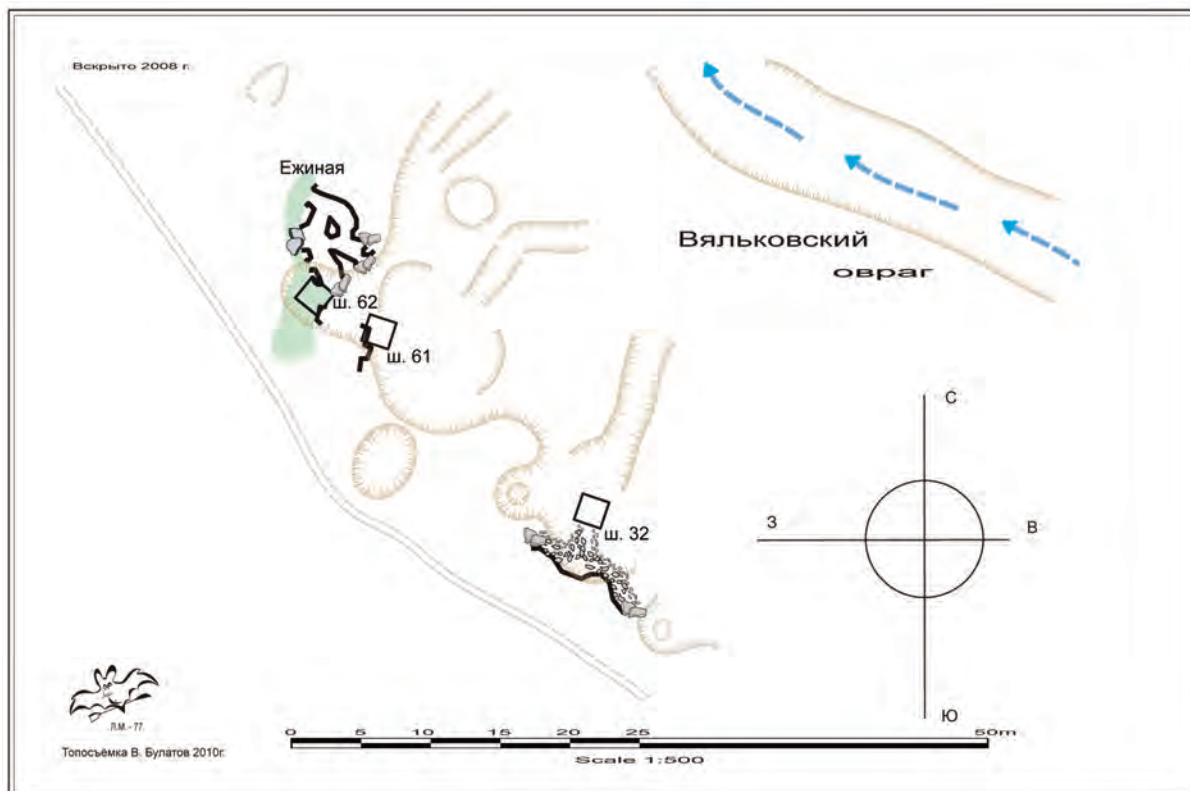


Рис. 1. Сводный план пещер в Вяльковском овраге – Дачной и Ежиной (с элементами поверхности).
Съемка В.С. Булатова

В 1980-х гг. были разведаны склоны Вяльковского оврага, ограничивающего описываемый блок с северо-востока. Основное внимание обращалось на правый борт, однако и на левом борту, в одном из небольших карьеров в низовьях оврага, была обнаружена щель между глыбами, получившая прозвание Морковка. Посещающие ее рассказывали, что она вела круто вниз на глубину 1,5 м, где еще на 1,5 м просматривалась горизонтальная щель.



Рис. 2. Вход в пещеру Дачная.
Фото В.С. Булатова

Осенью 2002 г. на этом участке (в низовьях Вяльковского оврага по левому борту) был заложен шурф ЛМ-32 («Дачный»), поскольку точильные рвы и большие отвалы в этом месте позволяли предполагать наличие каменоломни. 27 октября 2002 г. на глубине 4 м была вскрыта небольшая выработка карманного типа суммарной длиной около 15 м (рис. 1, 2). Она была сильно завалена рухнувшей породой и бутом. В дальнейшем были предприняты попытки пройти под землей вдоль склона как налево, так и направо от шурфа в поисках соединения с соседними карманами, но с обеих сторон проходка встретила завалы. Каменоломня получила название Дачная (Верхнекотляковская-1).

Следующий шурф (ЛМ-33), расположенный выше по оврагу, на глубине 2,5 м вскрыл крупные блоки камня и был заброшен.

Осенью 2008 г., несколько ниже по оврагу, было заложено еще три шурфа.

ЛМ-61 («Изабелла-1») достиг глубины 2,2 м. Он вскрыл останец колонны, вдоль которого был проведен раскоп в попытке проникнуть в подземную полость. Было пройдено 2,5 м вдоль монолита по направлению к крупной провальной воронке. Стало ясно, что впереди мы упрямся в мощный обвал, и проходка была заброшена.

ЛМ-62 («Изабелла-2») на глубине 3,5 м вскрыл пещеру Ежиная (Верхнекотляковская-2), представляющую собой небольшой фрагмент полузакиданного бутом колонного зала общей протяжённостью 15 м (рис. 1, 3). Полость интересна тем, что со стороны поля проемы между колоннами заполнены зелёноватой глиной. Вскоре после вскрытия пещеры в ней появилась парочка крупных ежей (рис. 4). По-видимому, существовали норы между карьером в овраге и полостью каменоломни, по которым под землю проникали животные. Здесь были встречены также черные слизняки и гнездо мыши-полевки. (рис. 5).

Шурфом ЛМ-63 («На Двоих») на глубине 3 м был вскрыт карьерный забой с нависающим карнизом в 2 м (рис. 6).



Рис. 3. В пещ. Ежиная. Фото В.С. Булатова



Рис. 4. Ежи в пещ. Ежиная. Фото В.С. Булатова

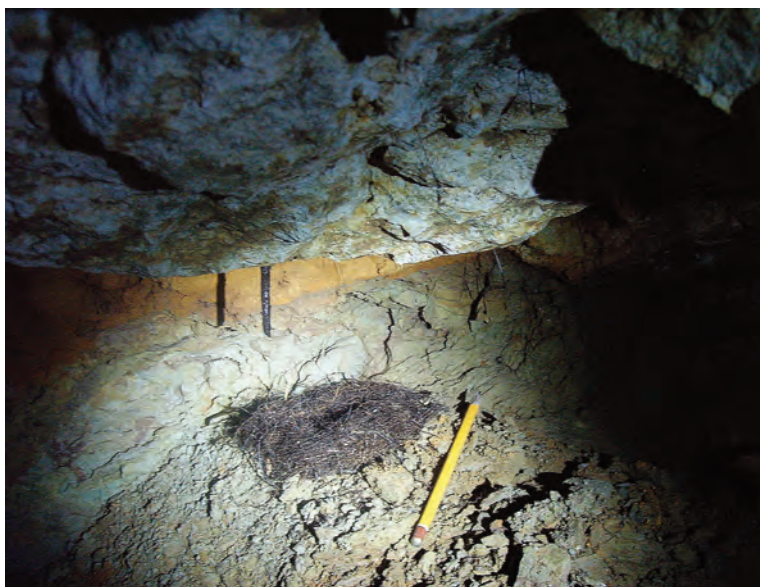


Рис. 5. Гнездо мыши-полевки в пещ. Ежиная.
Фото В.С. Булатова



Рис. 6. Шурф ЛМ-63.
Фото В.С. Булатова

Судя по всему, основной вход в каменоломню находился между шурфами ЛМ-32 и ЛМ-61. Весной 2013 г. было начато обследование противоположной, юго-западной стороны блока, обращенной к Жеребятьевскому оврагу.

Первое, что бросается в глаза здесь – параллельная нижней части оврага длинная (около 400 м) выработка карьера с обширными обнажениями известняка на стенках, глыбовыми навалами вперемешку с бетонными блоками и мусором (вероятно сбрасывавшимися туда уже после окончания разработки) на дне по всей его площади. По словам местного жителя и известного спелестолога М. Плахова, разработка карьера производилась вплоть до 1990-х гг. В этом месте для строительных нужд добывался щебень, с применением экскаваторов. При обследовании стенок карьера и разведочных раскопках в нем, следов входов в подземные полости обнаружено не было. Выборка известняка здесь производилась исключительно открытым способом, хотя нельзя исключить, что карьер перерезал старые штольни.

Карьер доходит до грунтовой дороги, пересекающей овраг и ведущей в дер. Камкино. За дорогой характер следов горной деятельности становится совершенно иной: наблюдаются сильно затянутые грунтом и заросшие небольшие карьеры, слабо выраженные точильные рвы, довольно глубокие провальные воронки вдоль бровки оврага.



Рис. 7. Старая печь обжига в низовьях Жеребятевского оврага
Фото В.С. Булатова

При первичном осмотре на этом участке оврага было обнаружено три предполагаемых небольших карьера (возможно точильных рва), со следами отвалов по середине и краям. Раскопки нижнего из них вскрыли печь обжига, устроенную в задней стенке карьера, аккуратно выложенную обработанными известняковыми блоками (рис. 7). На монолитном дне печи на расстоянии 2,5 м от этой стены обнаружены следы угля и обожженной породы. Подобная конструкция печи обжига ранее в данном районе не встречалась. Два следующих за ней карьера имеют сходную форму и конфигурацию. Предположительно, они так же могут содержать в себе печи обжига.

Южнее печи, вверх по оврагу, в небольшом точильном рве над карьерной террасой был заложен шурф ЛМ-88, который вскрыл деформированные плиты козырька над входом в каменоломню Верхнекотляковская-3 (Морра). Каменоломня в начале представляет собой неглубокий привходовой карман,

замытый глиной, далее идет небольшой почти прямой штрек, оканчивающийся забоем (рис. 9). Состояние полости стабильное, сильных обрушений нет. Ширина привходового кармана достигает 6 м. Средняя ширина основного штрека около 2 м, длина штрека 15 м (до начала забойной камеры), высота потолка достигает 2 м. Особенностью данной каменоломни является расположение забутовки по одной (левой) стороне выбранного пространства. Подобный способ отбутовки совершенно не характерен для данного района, где забутовка располагается по обеим сторонам откатных штреков, образуя бутовые стены.

Из находок в данной каменоломне следует отметить загадочные (их назначение до сих пор обсуждается) каменные круги с отверстием в центре (рис. 10). В отверстие одного из кругов была вставлена полностью сгнившая деревянная палка, что дает нам основание предполагать, что данный артефакт был использован именно в каменоломнях для проведения каких-либо работ, а не являлся изделием каменотесов, предназначенным для строительства или иного использования на поверхности. Таких кругов в данной каменоломне обнаружено четыре, один из них переломлен пополам.

Основной находкой, сделанной Д. Гаршиным в каменном навале забоя, является металлический топор-тесло (рис. 11). Инструмент выполнен из металла методомковки и при этом имеет довольно правильную форму лезвий. Длина топорщица 25 см, ширина лезвий в самой широкой части топора 9 см, тесла 11,5 см. Сохранился также обломанный кусок деревянной ручки длиной 11,5 см, закрепленной в отверстии топорщица кованым железным гвоздем. Сохранность металла довольно хорошая. Вся его поверхность покрыта спрессованной каменной крошкой, что говорит об интенсивном применении. Такие инструменты использовались каменотесами не для добычи камня, но для его обработки. Первичная обтеска блоков осуществлялась внутри каменоломен сразу после добычи. Для этого использовались различные инструменты – долота, скарпели, киянки, кирки и др. Обработка камня теслом, как ударным инструментом, требовала определенной сноровки и опыта, т.к. удар должен быть точным, а скол ровным.

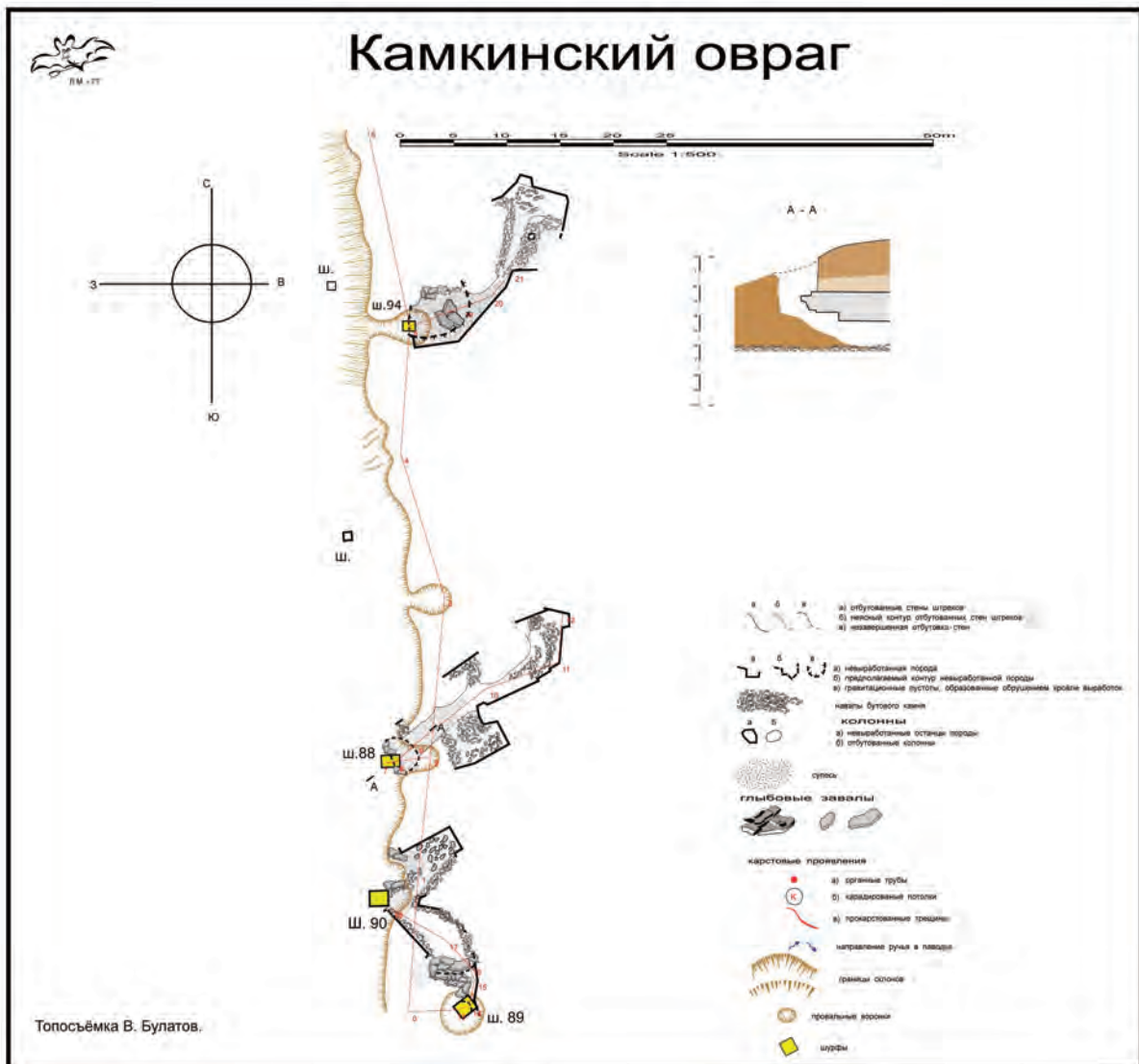


Рис. 8. Сводный план пещер в Жеребятевском овраге – Морры, Лохматой и Медовой (с элементами поверхности). Съёмка В.С. Булатова

Наличие довольно обширного забутованного пространства (в пропорциях от общего объема каменоломни), следы на монолитной стене забоя, а так же наличие инструмента для обработки блоков дает нам основание предполагать, что данная каменоломня была местом добычи строительных блоков. Также можно сделать вывод, что горные работы в соседних карьерах, содержащих печи обжига, и в обследуемой каменоломне были независимыми.

Продолжившиеся зимой 2014 г. раскопки в правой части каменоломни вскрыли еще один небольшой участок, размером 5 x 10 м.

Следующий шурф, ЛМ-89, был заложен в провальной воронке выше по оврагу. По наблюдениям последних лет, данная воронка расширялась, что явно указывало на наличие под ней полости. В результате длительных работ был вскрыт довольно объемный карман неправильной формы (пещ. Верхнекотляковская-4) со следами сильных обрушений. Забутовка располагалась по стенам полости неравномерно. Разбор бута в восточной части каменоломни вскрыл еще одну небольшую полость так же со следами сильных обрушений. Основная полость имеет размеры 6x4 м, высота потолка от уровня каменного навала 1-1,2 м. Общая длина пещеры достигает 20 м. Глубина залегания каменоломни совсем невелика, что сказывается на степени ее сохранности. Ощутимый вред кровле каменоломни наносят еще и древесные корни, в большом количестве причудливо свисающие с потолка. Вследствие этого обстоятельства каменоломня получила название «Лохматая».

Археологических находок в Верхнекотляковской-4 сделано не было.



Рис. 9. Штрек каменоломни Верхнекотляковская-3 (Морра).
Фото В.С. Булатова



Рис. 10. Каменное «колесо» из каменоломни Верхнекотляковская-3 (Морра). Фото Ю.А. Долотова



Рис. 11. Тесло из каменоломни Верхнекотляковская-3 (Морра). Фото Д.И Гаршина



Рис. 12. Внутри каменоломни Верхнекотляковская-4 (Лохматая). Фото В.С. Булатова

Каменоломня имеет два входа – первый из шурфа ЛМ-89, который ведет в боковой завал полости, второй из шурфа ЛМ-90 в точильнике чуть ниже по оврагу, который, предположительно, являлся изначальным входом в каменоломню.

В последующем были заложены два дополнительных разведывательных шурфа ниже по оврагу, которые вскрыли стенки карьеров без каких-либо следов подземных выработок.

Зимой 2014 года группа продолжила работы в описываемом блоке. Ниже шурфа ЛМ-88 в небольшом точильнике был заложен шурф ЛМ-94. На глубине 4 м была вскрыта сходная с предыдущими выработка (Верхнекотляковская-5 или «Медовая»), представляющая собой карьерный карман со следами обрушения кровли и имеющая в длину 25 м. Основное пространство заполнено бутовым камнем. Сохранилась так же небольшая часть откатного штрека до половины длины заложенная отработанным камнем. В нем был прорыт лаз около 4 м, ведущий в небольшой забой 3 x 7 м со следами, характерными для добычи каменных блоков (следы долота или зубила). Около 80% каменоломни отбутовано отходами добычного процесса.

В каменном завале привходовой части была сделана довольно интересная находка. Стекло бутылки объемом 0,35 л, выполненная методом выдувания. Стекло легкое с большим включением воздушных пузырей. Маркировки на стекле нет. Этикетка сохранилась плохо. Содержимым бутылки было «Очищенное вино» – аналог нынешней водки. Интересной особенностью данной находки является то, что два года назад, при вскрытии каменоломни у села Алхимово (территория новой Москвы) нашей группой была сделана находка точно такой же

бутылки. Форма, объем, материал изготовления и читаемые на этикетках надписи совершенно идентичны. Обе сохранившиеся этикетки содержат маркировку «Высочайшего утверждения» - своего рода знака качества, выдававшегося государством продуктам, побеждавшим на специализированных выставках. Наличие такой отметки свидетельствовало о высоком качестве продукта, подтвержденном государственным знаком.

К сожалению, до сих пор не удалось выяснить завод-изготовитель продукта. Этикетки в основном сохранились очень плохо, но есть возможность предполагать, что это было местное производство, довольно широко распространявшее продукцию. Расстояние между находками по прямой около 20 км.

Еще одной находкой, сделанной в каменоломне, был металлический обувной гвоздь. Находка была сделана в завале. Гвоздь имеет в длину около 1 см, выполнен из железа методомковки.

Учитывая конфигурацию каменоломен, обнаруженные в них находки, а так же их степень сохранности и замытости, мы можем предположить, что перед нами разработки середины – 2-й половины XIX в., в которых велась добыча каменных блоков на строительство и первичная их обработка (Верхнекотляковская-3, 5), а так же добыча камня на бут и его обжиг (Верхнекотляковская-4 и печь обжига в шурфе ЛМ-87).

Еще одной особенностью каменоломен этого блока является то, что трещиноватость породы здесь определила основное направление развития разработок в сторону северо-востока. В результате мы видим небольшие штольни, отходящие от изначально разрабатываемых карманов, параллельные друг другу и развивающиеся в одном направлении (рис. 8).

В Центральном государственном историческом архиве Москвы сохранились записи о том, что к 1877 г. в каменоломнях около деревни Камкино было занято до десяти человек (ЦГИАМ, ф. 54, оп. 134, д. 176, л. 33).

«С развитием железных дорог белый камень постепенно уступал свое место в строительстве мрамору, граниту, габбро, доставлявшимся с Урала, Кавказа и Украины.

Но добыча его не прекращалась, а особенно по той причине, что для реставрации сложенных из него построек надежных заменителей не существует...» [1].

Работы по исследованию Верхнекотляковского спелестологического блока проводились группой московских спелестологов «Летучая Мышь», руководители работ В.С. Булатов и С.Е. Головин. Группа выражает благодарность коллегам из Ступинского спелеологического общества «Тетис» за активное участие и помощь во вскрышных работах, а так же лично Д. Гаршину за интересные находки.

Литература

1. Гарин Г.Ф. Очерки истории земли Домодедовской. – Москва: Ладога-100, 2003. – С. 37.
2. Долотов Ю.А., Булатов В.С., Головин С.Е. Исследования каменоломен Дугинского и Котляковского участков в 2000-2006 годах // Спелеология и спелестология. Сборник материалов III международной научной заочной конференции. – Набережные Челны: НИСПТР, 2012. – С. 192-198.

ГЕОРАДАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ НАЛЕДЕЙ В ПЕЩЕРАХ УРАЛА

Ю.И. Степанов, А.А. Тайницкий, А.А. Кичигин

614007, г. Пермь, ул. Сибирская 78-а, ГИ УрО РАН

Георадарные исследования позволяют детально изучить морфологию ледяных образований, подсчитать объем и массу льда, а в случае многолетних мониторинговых наблюдений определить изменение его баланса во времени с целью установления зависимости этого явления от климата. Наибольший интерес для науки в этом вопросе представляют пещеры с многолетними ледяными образованиями и значительными скоплениями криоминеральных отложений. Ледяные отложения пещер Урала представлены всеми генетическими классами и весьма разнообразны по морфологии.

Самой известной среди пещер с ледяными образованиями является Кунгурская Ледяная. Здесь описаны свыше 120 видов различных генетических типов. Именно ледяные отложения являются главной достопримечательностью пещеры. Одним из основных вопросов изучения льда является определение его мощности и рельефа подледного основания. Точная информация, полученная при помощи геофизических методов, позволяет построить объемную трехмерную модель пещерных отложений и посчитать их объем.

Методика исследований включала георадиолокационную съемку в теплый и холодный период, отбор керна и фотодокументацию поверхности наледи.

Принцип действия аппаратуры радиолокационного зондирования (в общепринятой терминологии – георадара) основан на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства [1, 2].

Изучение мощности льда и границы лед – подстилающая порода, является одним из наиболее благоприятных вариантов георадарных исследований с точки зрения физических предпосылок, а именно: высокое удельное электрическое сопротивление (УЭС) и низкая диэлектрическая проницаемость.

Георадиолокационные исследования проводились аппаратурой «ОКО-М1», антеннами АБ-400 с центральной частотой 400 МГц и АБ-1700 с центральной частотой 1700 МГц, по системе профилей, пространственное расположение которых в большей степени было predeterminedено геометрией пещер и доступностью участков для исследования. Для однозначной интерпретации данных георадара в параметрических точках проводилось заверочное бурение с отбором проб льда мощностью 1 м (рис. 1).



Рис. 1. Георадарные исследования и заверочное бурение

Исследования были проведены на Северном Урале в пещерах Медео и Еранка (Пермский край), на Среднем Урале в пещерах Усвинская Ледяная и Кунгурская Ледяная (Пермский край), на Южном Урале в п. Киндерлинская (им. 30-летия Победы) и Аскинская (респ. Башкортостан). В исследованных пещерах составлены трехмерная модель отложений и картографический материал.

По мощности самая большая наледь Урала находится в п. Киндерлинская (им. 30-летия Победы), а самая большая по площади – в п. Аскинская.

Продолжены мониторинговые исследования в Кунгурской Ледяной пещере.

В результате проведенных исследований выполнена количественная интерпретация данных георадарной съемки, построены трехмерные модели пещерных отложений. Кроме того, в пещере Медео удалось выделить переходный слой между массивом льда и коренными породами, который, как предполагается, является моренными отложениями, сформированными при движении многолетней наледи вглубь пещеры.

По результатам обработки георадарных исследований в п. Медео построены: объёмная модель исследуемого объекта (рис. 2); схемы мощностей льда и переходного слоя (рис. 3); рассчитаны приблизительные объёмы первого и второго слоёв в пределах изученного участка тремя методами (трапеций, Симпсона и 3/8 Симпсона).

Среднее значение объема многолетнего льда в пещере Медео составило 939 м³, что позволило считать подземный ледник самым большим на территории Северного Урала.

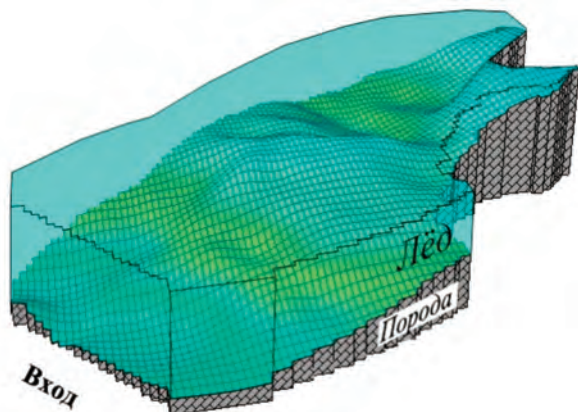


Рис. 2. Трёхмерная модель ледяных отложений в п. Медео

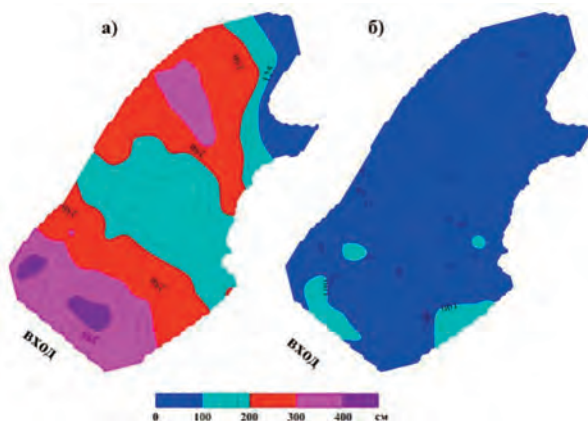


Рис. 3. Схема мощности отложений в п. Медео: а - мощность ледяного слоя; б - мощность переходного слоя

В п. Еранка мощность ледяной толщи изменяется от одного до трех метров, Химический состав льда и сезонные наблюдения позволили установить, что в пещерах Еранка и Медео в настоящее время идет период накопления льда. Было установлено, что мощность льда увеличивалась с 2009 по 2012 гг., ежегодный прирост составил от 8 до 15 см. С основным, это происходило за счет поступления через вход пещеры поверхностных вод в весенне-летнее время.

В пещере Усьвинская (Пермский край) мощность льда составила всего 20-50 см, радарограммы характеризуются низким качеством, что обусловлено присутствием многочисленных включений в теле ледника (обломки породы, древесный мусор и т.д.).

В Кунгурской Ледяной пещере максимальная мощность льда в гроте Полярный составила 2 м, а минимальная – 20 см.

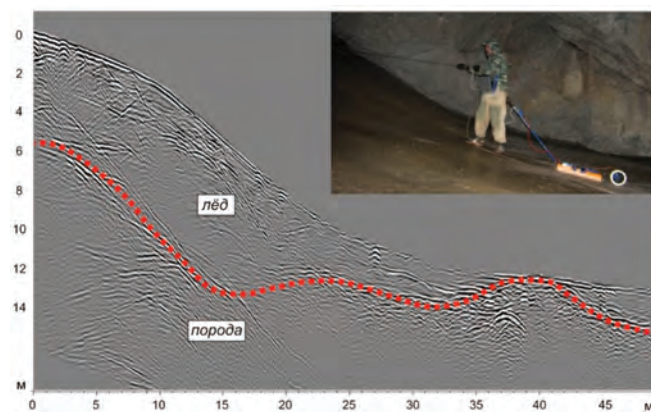


Рис. 4. Радарограмма по профилю в п. Киндерлинская. На фото изображен рабочий момент наблюдений

решетки мощность льда составляет 6-8 м. В дальнейшем целесообразно провести дополнительные георадарные исследования, т.к. подземная наледь имеет сложную конфигурацию.

В пещере Аскинская (республика Башкортостан) георадарная съемка проведена по системе профилей, представленной на рисунке 5. Как видно из рисунка 6, на котором представлена радарограмма по одному из профилей глубина ледяных отложений изменяется от нескольких см до 2 м. Из схемы мощности льда (рис. 5) следует, что мощность льда почти рав-

Многолетняя наледь в пещере Киндерлинская (им. 30-летия Победы) имеет длину 120 м и ширину от 5 до 12 м. Ледник характеризуется сложным строением ложа с уступом в форме ступени высотой около 4 м, а также провисшей в воздухе, в форме корабельного киля, частью ледяного массива в месте максимальной его мощности. На рисунке 4 представлена радарограмма по профилю, начало которого приурочено к входу в пещеру. Протяженность профиля составляет 50 м. Мощность ледяного образования изменяется от нескольких см в нижней части наледи, у входа, около

номерно увеличивается от 0 до 0,5 м от дальней части пещеры к ее выходу. Около выхода отмечается резкое увеличение глубины границы лед-порода в форме оврага, простирающегося от входа в пещеру к западной стене, от 1,5 м до 2 м, заканчивающийся проемом в стене, в данный момент перекрытый сталагмитом. Возможно, что углубление ложа продолжается в этот западный ход и связано с действием воды. На этом же участке наблюдается множество обломков породы в нижней части наледи. Ниже границы лед – порода прослеживается сложная картина отраженных и рефрагированных волн, что может указывать на сильную степень разрушения пород.

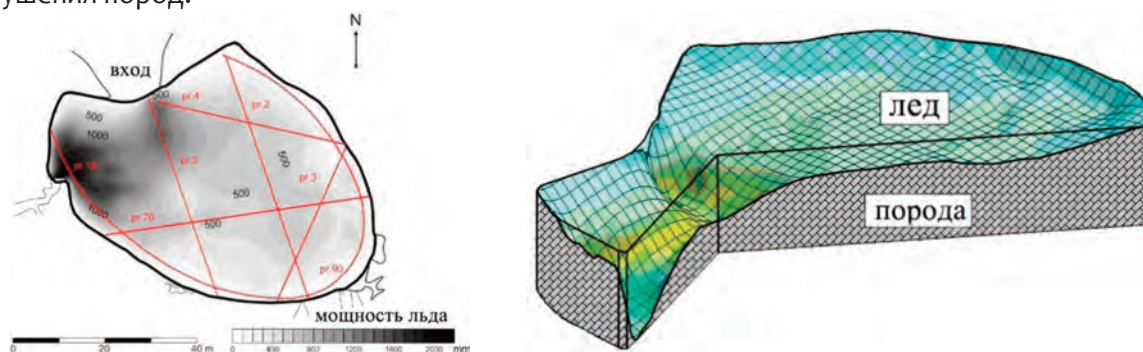


Рис. 5. Схема мощности (слева) и объёмная модель льда в п. Аскинская

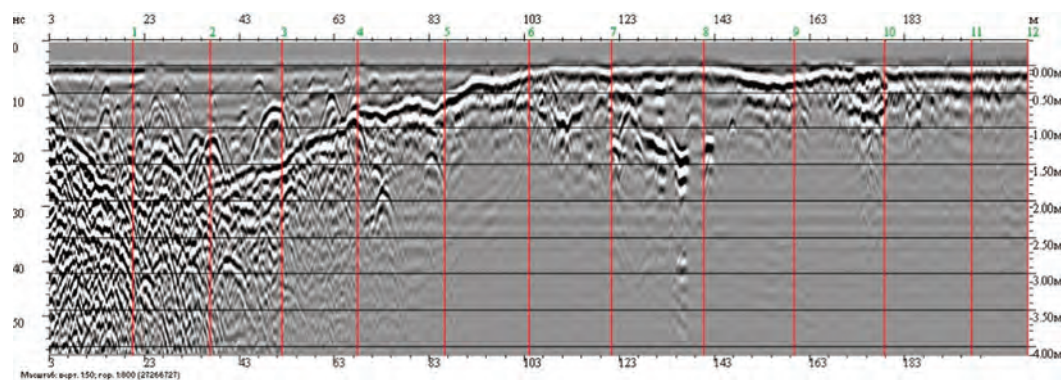


Рис. 6. Радарограмма по профилю 18

По результатам обработки георадарных измерений примерный объём льда в Аскинской пещере составляет 1478 м³ (без учёта льда заключённого в ледяных сталагмитах).

Литература

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. Учебное пособие – М.: Издательство МГУ, 2004. – 153 с.
2. Старовойтов А.В. Интерпретация георадиолокационных данных. Учебное пособие – М.: Издательство МГУ, 2008. – 192 с.

ПУБЛИКАЦИИ О КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ В СБОРНИКЕ НАУЧНЫХ ТРУДОВ «ПЕЩЕРЫ»

Н.Г. Максимович, Ю.Н. Миночкина

Естественнонаучный институт Пермского государственного национального
исследовательского университета, г. Пермь, 614990, ул. Генкеля, 4.

E-mail: nmax54@gmail.com; minochkina6@gmail.com

В 1947 г. вышел в свет первый выпуск сборника научных трудов «Пещеры», основанный Г.А. Максимовичем. Этот выпуск назывался «Спелеологический бюллетень Естественно-Научного Института при Молотовском Государственном Университете им. М. Горького», а затем

приобрел свое современное название. К настоящему времени издано 36 выпусков. В сборнике освещаются вопросы спелеологии, значительная часть публикаций посвящена всемирно известной Кунгурской Ледяной пещере.

Кунгурская Ледяная пещера на протяжении более 300 лет является объектом самых различных аспектов научных исследований. Кунгурской Ледяной пещере посвящены многочисленные научные и научно-популярные работы. Большое внимание исследователей уделялось гидрохимическим, геохимическим и литолого-минералогическим, археологическим и биологическим наблюдениям, изучению оледенения и микроклимата, геофизическим исследованиям пещеры и др. В данной работе отражены наиболее значимые исследования, посвященные Кунгурской Ледяной пещере, вышедшие в сборнике «Пещеры» условно разделенными авторами по темам.

Минералогия, литология и геохимия пещеры. В 1964 г. Р.В. Яценко [1] отобрала пробы льда из коры обледенения в гроте Бриллиантовом Кунгурской Ледяной пещеры для спектрального анализа. Для сравнения была отобрана вода из оз. Большого в гроте Дружбы Народов. Анализы показывали, что состав льда коры обледенения и воды озера Большого в основном одинаков. В озерной воде наблюдалось некоторое уменьшение Mn и Ti.

В 1966 г. Е.П. Дорофеев опубликовал статью «Кальцитовые пленки и кристаллы гипса в Кунгурской пещере» [2], в которой дал детальную характеристику этих образований.

В конце 60-х годов XX века сотрудники кафедры динамической геологии и гидрогеологии Пермского государственного университета изучали состав акцессорных элементов сульфатных и карбонатных пород, кристаллов гипса и кальцита, глин, льда сталагмитов, воды озера. В результате проведенных исследований ими были установлены закономерности миграции стронция, титана, марганца в условиях пещеры [3-5].

В 1986 г. К.А. Горбунова, Е.П. Дорофеев, Н.Г. Максимович, И.И. Минькевич провели исследование процесса растворения гипсо-ангидритов в условиях Кунгурской Ледяной пещеры. Эксперимент показал, что в условиях водоносного горизонта пещеры происходит растворение гипса и ангидрита даже при незначительном дефиците насыщения воды сульфатом кальция. Относительная скорость растворения меняется во времени в зависимости от многих факторов, в частности, от характера взаимодействия породы и воды, состава и минерализации последней, минерального состава породы, температурного режима. Результаты эксперимента позволили авторам сделать вывод, что процессы растворения в известной степени активно протекают в условиях, близких к насыщению вод сульфатом кальция [6]. В дальнейшем работы были продолжены [7].

В 1971 г. в сборнике «Пещеры» №10(11) опубликована статья Н.П. Старкова и К.А. Горбуновой «К минералогии глин Кунгурской пещеры». Анализ показывает, что образцы глин в минералогическом отношении довольно однородны. Они относятся к гидрослюдисто-карбонатным с примесью гипса, содержат гумусовое вещество. Генетически все они представляют нерастворимую и недорастворенную части закарстованных карбонатно-сульфатных вмещающих пород, реже новообразования (гипс и кальцит) [8].

В 1984 г. А.И. Печеркин, В.Н. Катаев, А.В. Маклашин и Л.В. Печеркина проанализировали результаты рентгеноструктурного исследования образцов, отобранных из штольни, пройденной в гипс-ангидритовом массиве Ледяная гора. Были выявлены закономерности в распределении гипса и ангидрита на участке штольни, вскрывающей грот Вышка Кунгурской Ледяной пещеры [9].

В сборнике «Пещеры» №27(28) опубликована статья В. Андрейчука и Е. Галускина «Криогенные минеральные образования в Кунгурской Ледяной пещеры». Авторами проведено минералогическое изучение «гипсовой муки», изучена морфология кристаллов гипса и кальцита. Данные выполненных минералогических исследований указывают на криогенное происхождение минеральной муки. В результате проведенных исследований авторы предположили, что в результате криогенетического «осадконакопления» значительная часть растворенных в воде минеральных веществ извлекается вымораживанием из циркулирующих в карстовых массивах вод и осаждается на днищах и стенах пещер, обогащая их отложения карбонатным или сульфатным компонентами [10].

В 2001 г. Н.Е. Молоштанова, Н.Г. Максимович, У.В. Назарова провели минералого-петрографические исследования отложений Кунгурской Ледяной пещеры. Выделены гроты или зоны гротов с различным механизмом осадконакопления и минералообразования [11].

В 2008 г. С.С. Потапов, Н.В. Паршина, О.И. Кадебская и Н.Г. Максимович опубликовали статью «Эфемерные (сезонные) минералы в Кунгурской Ледяной пещере» [12]. В работе обобщены результаты исследований эфемерных минералов в гротах пещеры.

Изучение оледенения и температурного режима пещеры. После создания в 1948 г. в г. Кунгуре Уральского филиала карстово-спелеологической станции при МГУ им. М.В. Ломоносова (позднее переданной Уральскому филиалу АН СССР), были предприняты работы по восстановлению природных условий Кунгурской Ледяной пещеры. В этих работах приняли активное участие В.С. Лукин, ст. лаборант В.М. Хлебников, научный сотрудник Я.П. Щур. Работы по восстановлению природных условий пещеры начались с организации систематических наблюдений над воздушным режимом. Для этого в различных пунктах были устроены посты для замеров температуры и влажности воздуха [13]. Наблюдения позволили В.С. Лукину составить представление о балансе холода в карстовом массиве. Были разработаны некоторые мероприятия по восстановлению температурного режима гротов.

В 1971 г. опубликована статья В.И. Солухи «Высококочувствительные измерения температуры в Кунгурской пещере» [14]. Автор охарактеризовал сезонные и суточные изменения температуры в гроте Геологов.

Результаты исследования ледяных кристаллов Кунгурской Ледяной пещеры, разновидностей льда, эволюции многолетней мерзлоты и влияния экскурсий на температурный режим обобщил в своих работах Е.П. Дорофеев [15,16].

В 1993 г. опубликована статья Е.П. Дорофеева и Б.Р. Мавлюдова, в которой авторы прослеживают динамику оледенения [17].

В 2011 г. Ю.И. Степанов и О.И. Кадебская опубликовали статью «Опыт изучения многолетнего льда в Кунгурской Ледяной пещере при помощи георадара». Для оценки объема ледяных отложений в пещере специалистами Горного института УрО РАН были проведены исследования с помощью георадара. Результаты георадорной съемки позволили построить схему мощности льда. Впервые была установлена максимальная толщина многолетнего оледенения, были выявлены зоны в приподошвенном слое неледя, где осаждались минеральные вещества, извлекаемые вымораживанием из циркулирующих вод в карстовых массивах [18].

Методика изучения Кунгурской Ледяной пещеры. В сборнике «Пещеры» №8(9) опубликована статья В.И. Солухи «Изучение современной тектоники в Кунгурской Ледяной пещере с помощью горизонтальных маятников» [19]. В работе представлены данные анализа хода маятников, установленных на скальном основании на глубине 70 м от земной поверхности, и ориентированных в широтном и меридиональном направлениях. В результате проведенных наблюдений за девятимесячный период автором выявлены 3 группы разнообразных движений маятника.

Ю.А. Ежов и В.А. Шерстобитов изучили влияние приливной пульсации трещин на фильтрацию карстовых вод в зоне аэрации. Проведя стационарные режимные наблюдения, авторы пришли к следующим выводам:

- Приливно-пульсационная трещин в горных породах зоны аэрации оказывает существенное влияние на режим нисходящего движения карстовых вод.
- Изменение положения Луны и Солнца относительно Земли обуславливает квазидвухнедельное неравенство, заключающееся в различии интенсивности капли со сводов пещерных гротов в сизигии (полнолуний и новолуний) и квадратур (первой и последней четвертей).
- Приливные колебания расхода карстовых вод в зоне вертикальной циркуляции оказывают влияние на особенности карбонатного спелеолитоогенеза и являются одним из факторов процесса формирования различных натечных образований [20].

Гравиметрические исследования, проведенные в пещере В.И. Солухой, Е.П. Дорофеевым, М.В. Сычевой позволили уточнить ряд вопросов, связанных с состоянием пород, залегающих над пещерой.

Средняя плотность пород разреза по наблюдениям на поверхности Ледяной горы составляет 2,3 г/см³ против 2,4 г/см³, рассчитанной по данным минералогических плотностей каждой разновидности пород. Это обстоятельство указывает либо на наличие пустот в разрезе, либо на огипсованность ангидритов на участке пещеры. В результате проведения гравиметрических наблюдений в пещере установлено значительное уменьшение средней плотности разреза до 1,8-2,0 г/см³ от водораздела к склону Ледяной горы. Резкое уменьшение плотности в периферийных частях разреза обусловлено огипсованием ангидритов, разрушенностью пород и наличием глинистого материала. Уменьшение плотности в центральной части полностью объясняется наличием полостей Кунгурской Ледяной пещеры (величина пустотности 9%) [21].

В 1993 г. опубликована статья К.А. Горбуновой, Е.П. Дорофеева, Н.Г. Максимовича «Кунгурская пещера как объект научных исследований». Авторами проанализированы публикации, посвященные изучению Кунгурской Ледяной пещеры [22].

Изучение состава воздуха в пещере. В 1993 г. С.Э. Пашенко, В.Н. Андрейчук, Ю.В. Дублянский изучали аэрозольные частицы в пещере. Проведенные исследования позволили авторам выявить некоторые закономерности распределения и миграции аэрозолей [23].

А.Г. Исаевич и Н.А. Трушкова в 2011 г. проводили обследования аэроионного состава воздуха в пещере. Исследования показали, что пещера обладает одним из важнейших факторов, необходимых для спелеотерапии, - повышенной концентрацией легких аэроионов [24].

Результаты исследования особенностей микроклимата пещеры обобщили в своих работах Л.В. Кириченко, В.Г. Баранников, Е.А. Русанова. Для обоснования возможности размещения спелеолечебницы в Кунгурской Ледяной пещере авторами был проведен ряд исследований по изучению влияния «субнормальных» температур на организм человека [25]. Авторы сделали вывод, что основными факторами внутренней среды, способными оказывать специфическое воздействие на организм будущих пациентов спелеолечебницы Кунгурской Ледяной пещеры, являются радиационный и аэроионизационный фоны, находящиеся в прямой зависимости друг от друга и от сезона [26].

Б.В. Тестов, О.И. Кадебская, Н.И. Шихов проанализировали действие радона на человека в Кунгурской Ледяной пещере. В результате проведенных исследований были даны рекомендации по обеспечению безопасной работе персонала в пещере [27].

Структурно-тектоническое строение. В сборнике №23(24) опубликована статья В.Н. Катаева «Структурно-тектонические условия формирования Кунгурской Ледяной пещеры». Автор выделил наиболее существенные обстоятельства формирования карста в районе г. Кунгура в целом и Кунгурской Ледяной пещеры в частности с позиции эволюции структурных элементов массива [28].

Биологические наблюдения. В 2010 г. В.О. Козьминых проводилось изучение состава населения, разнообразия и динамики активности герпетобионтных жесткокрылых насекомых на территории памятника природы «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера». Автором изучен состав и биотопическое распределение семейств жесткокрылых [29].

Фотографии Кунгурской Ледяной пещеры неоднократно публиковались на обложке сборника «Пещеры». Вып. 6(7) 1966 г., вып. (20) 1986 г., вып.23(24) 1993 г, вып. (33) 2010 г.

Всего за время издания сборника «Пещеры» 39-ю авторами опубликовано более 29 статей, посвященных Кунгурской Ледяной пещере.

Таким образом, даже небольшой обзор работ, опубликованных в сборнике научных трудов «Пещеры», показывает, что Кунгурская Ледяная пещера является уникальным полигоном для самых разнообразных научных исследований, которые, мы надеемся, будут продолжаться.

Литература

1. Яценко Р.В. О составе льда Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1965. Вып. 5(6).
2. Дорофеев Е.П. Кальцитовые пленки и кристаллы гипса в Кунгурской пещере // Пещеры. Пермь, 1966. Вып. 6(7).

3. Горбунова К.А., Кунц Э.В. и др. Изучение состава аксессуарных элементов в отложениях Кунгурской пещеры. // Пещеры. Пермь, 1970. Вып. 8(9).
4. Горбунова К.А., Кропачев А.М. Геохимия стронция в карстовом ландшафте Кунгурской Ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1972. Вып. 12(13).
5. Горбунова К.А., Кропачев А.М., Лунев В.Г. Геохимия марганца и титана в карстовом ландшафте Кунгурской Ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1974. Вып. 14(15).
6. Горбунова К.А., Дорофеев Е.П., Максимович Н.Г., Минькевич И.И. Исследование процесса растворения гипсо-ангидритов в условиях Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1986. Вып. 20.
7. Горбунова К.А., Дорофеев Е.П., Минькевич И.И. Экспериментальное изучение растворимости сульфатных пород подземными водами в Кунгурской пещере // Пещеры. Пермь, 1993. Вып. 23(24).
8. Старков Н.П., Горбунова К.А. К минералогии глин Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1971. Вып. 10(11).
9. Печеркин А.И., Катаев В.Н., Маклашин А.В., Печеркина Л.В. Распределение гипса и ангидрита на участке штольни, вскрывающей грот Вышка Кунгурской Ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1984. Вып. 19.
10. Андрейчук В., Галускин Е. Криогенные минеральные образования Кунгурской Ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 2001. Вып. 27(28).
11. Молоштанова Н.Е., Максимович Н.Г., Назарова У.В. Минеральный состав отложений Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 2011. Вып. 27(28).
12. Потапов С.С., Паршина Н.В., Кадебская О.И., Максимович Н.Г. Эфемерные (сезонные) минералы в Кунгурской Ледяной пещере // Пещеры. Пермь, 2008. Вып. 31.
13. Лукин В.С. Работы по восстановлению природного режима Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1963. Вып. 3(4).
14. Солуха В.И. Высокочувствительные измерения температуры в Кунгурской пещере // Пещеры. Пермь, 1971. Вып. 10(11).
15. Дорофеев Е.П. Кальцитовые пленки и кристаллы гипса в Кунгурской пещере // Пещеры. Пермь, 1965. Вып. 6.
16. Дорофеев Е.П. Эволюция оледенения Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1988. Вып. 21.
17. Дорофеев Е.П., Мавлюдов Б.Р. Динамика оледенения Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1993. Вып. 23(24).
18. Степанов Ю.И., Кадебская О.И. Опыт изучения многолетнего льда в Кунгурской Ледяной пещере при помощи георадара // Пещеры. Пермь, 2011. Вып. 34.
19. Солуха В.И. Изучение современной тектоники в Кунгурской ледяной пещере с помощью горизонтальных маятников // Пещеры. Пермь, 1970. Вып. 8(9).
20. Ежов Ю.А., Шерстобитов В.А. Влияние приливной пульсации трещин на фильтрацию карстовых вод в зоне аэрации // Пещеры. Пермь, 1978. Вып. 17.
21. Солуха В.И., Дорофеев Е.П., Сычева М.В. Гравиметрические исследования в Кунгурской пещере // Пещеры. Пермь, 1978. Вып. 17.
22. Горбунова К.А., Дорофеев Е.П., Максимович Н.Г. Кунгурская пещера как объект научных исследований // Пещеры. Пермь, 1993. вып. 23(24).
23. Пашенко С.Э., Андрейчук В.Н., Дублянский Ю.В. Аэрозоли в Кунгурской Ледяной пещере // Пещеры. Пермь, 1993. Вып. 23(24).
24. Исаевич А.Г., Трушкова Н.А. Аэроионный состав воздуха в Кунгурской Ледяной пещере // Пещеры. Пермь, 2011. Вып. 34.
25. Кириченко Л.В., Баранников В.Г., Русанова Е.А. Особенности микроклимата Кунгурской Ледяной пещеры и обоснование возможности ее использования в спелеотерапии // Пещеры. Пермь, 2011. Вып. 34.
26. Кириченко Л.В., Баранников В.Г., Русанова Е.А. Исследование аэроионизационного и аэрозольного факторов Кунгурской Ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 2011. Вып. 34.
27. Тестов Б.В., Кадебская О.И., Шихов Н.И. Действие радона на человека в Кунгурской Ледяной пещере и г. Кунгуре // Пещеры. Пермь, 2011. Вып. 34.
28. Катаев В.Н. Структурно-тектонические условия формирования Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1993. Вып. 23(24).
29. Козьминых В.О. Материалы к изучению биоразнообразия жесткокрылых насекомых (INSECTA, COLEOPTERA) памятника природы «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» (Пермский край) // Пещеры. Пермь, 2012. Вып. 35.

КАТАЛОГ РИСУНКОВ И ЗНАКОВ ПЕЩЕРЫ ШУЛЬГАНТАШ (КАПОВОЙ)

Ю.С. Ляхницкий, О.А. Минников, А.А. Юшко

ВСЕГЕИ, комиссия Карстоведения и спелеологии РГО, Санкт-Петербург

Группа ВСЕГЕИ, РГО ведет системные исследовательские и мониторинговые работы в Каповой пещере с 1999 г. Одной из задач, поставленной перед нами, была фиксация древней палеолитической живописи. Достаточно неблагоприятные для сохранения рисунков природные условия, отсутствие реставрационных методик закрепления рисунков, сравнительно быстрая деградация красочного слоя некоторых изображений делает эти работы совершенно необходимыми для сохранения облика уникальных рисунков. В результате получен обширный материал и приобретен уникальный опыт работ в пещерах с древними, плохо сохранившимися и частично скрытыми изображениями.

Всего в Каталоге Шульганташ зафиксировано 192 изображения, при этом около 140 из них открыты нами впервые, за последние годы. Полученная информация совершенно по-новому характеризует этот уникальный памятник и свидетельствует о существовании в палеолите на Южном Урале самостоятельного центра древнейшей культуры, во многом аналогичной западноевропейскому в Пиринейско-Кантабрийской области. Изображения пещеры неотделимы от ее просторных залов, длинных высоких галерей, укромных ниш. Пещера - не просто вместительное древних рисунков, а их естественная среда, существенно влиявшая на сознание и творческий процесс древнего мастера. В настоящее время длина ее исследованной части составляет 3323 м, вертикальная амплитуда, с учетом глубоких (80 м) подводных полостей, равна 165 м. Это трехэтажная слабоветвленная система карстовых полостей с интенсивно развитой зоной сифонной (фреатической) циркуляции. Морфология пещеры и динамика естественных процессов, протекавших в ней, не способствовали сохранению древних изображений. Многие из них были уничтожены или сильно деградировали под действием инфильтрационных и инфилюационных вод, конденсатной капли и температурных колебаний. Большинство пещер Западной Европы имеют строение значительно более благоприятное для сохранения живописи. Таким образом, пещера Шульганташ была весьма удобной, для формирования древнего святилища местом, но очень неблагоприятной для сохранения древних рисунков.

Древнюю палеолитическую живопись в 1959 году обнаружил в пещере Шульганташ биолог Башкирского заповедника А.В. Рюмин. Рюмин правильно определил время создания рисунков – палеолит – но, не будучи специалистом-археологом, Александр Владимирович не смог более точно определить возраст рисунков. Он считал, что им 40 тысяч лет. В действительности они оказались вдвое моложе. Это привело к неправильной интерпретации многих изображений, плохо различимых под граффити, пленками глины и кальцита, например, там, где он описывал оленя, мы видим быка. Среди находок Рюмина были очень красивые, своеобразные изображения, которые впоследствии оказались игрой природы. Например, в зале Хаоса нам удалось отыскать «рисунок» пещерного медведя. Оказалось, что это совокупность пятен гидроокислов железа, корочек кальцита, трещин и неровностей стены, которые действительно создают иллюзию передней части фигуры медведя. Особо надо рассмотреть вопрос о черных рисунках. А.В. Рюмин утверждал, что он открыл несколько таких рисунков. Известна «Черная лошадка» зала Рисунков, обнаруженная нами независимо от Рюмина в феврале 2006 года. Подлинность рисунка не доказана до сих пор. Существование в пещере скульптур, на что указывал Александр Владимирович, мы пока не подтвердили, но наличие своеобразного барельефа лошади в нижней части композиции восточной стены зала Рисунков признано многими экспертами. Главное, что он сделал – это открытие Южно-Уральского центра древнего палеолитического искусства.

С 1960 по 1978 г.г. изучение пещеры проводил известный московский археолог Отто Николаевич Бадер. Он подтвердил подлинность древних рисунков и их палеолитический возраст, но отрицал наличие черных рисунков и скульптурных изображений. С самого начала работ ему стало ясно, что для исследования необходимо очистить рисунки от граффити, пле-

нок грязи, а в некоторых случаях и кальцитовых корочек. Видимо, первое время с рисунками работали не только реставраторы, но и другие исполнители. Реставраторы отмывали рисунки ватными тампонами, смоченными водой. В некоторых случаях кальцитовые корочки удалялись с помощью скальпеля. Часто прямо на древних изображениях были нанесены «автографы» посетителей пещеры. Кроме глинистых и сажистых пленок на тампонах часто оставались следы красителя. Изображения были освобождены от тысячелетних наслоений пленок глины и кальцита. Стали отчетливо видны рисунки мамонтов, лошадей, шерстистых носорогов, быков. Особенно трудные работы пришлось проводить в зале Хаоса на уступе южной стены, где ранее виднелась только яркая красная точка, откуда вода вымывала охру. Реставраторы провели там расчистку мощного слоя кальцитовых натеков толщиной до четырех сантиметров и обнаружили самую яркую, свежую, близкую к полихромным, композицию «Лошадки зала Хаоса». Исполнители стремились оставить над красочным слоем несколько миллиметров прозрачного кальцита, но из-за сложного рельефа натеков это не всегда получалось. Бадер понимал опасность деградации композиции под действием карстовых вод, но не знал, как с этим бороться. Отсутствие опыта и плохое состояние рисунков существенно осложняли работу, а иногда даже приводили к ошибкам в интерпретации изображений. Еще до полной расчистки крайнего левого изображения западной стены зала Рисунков О.Н. Бадер определил его как носорога, но после окончания расчистки признал ошибку и интерпретировал как быка. К сожалению, первоначальная прорисовка «носорога» вошла в монографию 1965 года, что до сих пор вводит читателей в заблуждение. За длительное время работы в пещере Отто Николаевич досконально изучил все доступные для наблюдения в то время изображения и правильно расшифровал многие из них, хотя мы смогли сделать это только с помощью мощной современной цифровой фототехники и компьютера. Неясна история с «Бледным мамонтом», расположенным под «Мамонтом-диссидентом» на восточной стене зала Рисунков. В настоящий момент в пещере он практически не виден, в этом месте слегка угадываются слабые розовые пятна. В то же время, этот рисунок достаточно точно изображен на муляже в музее археологии Академии наук в Уфе, видимо, по эскизам К.Н. Никахристо. Остается предположить, что часть рисунков по каким-то, пока неясным причинам, очень быстро деградировала и теперь почти не заметна. К сожалению, преждевременная кончина Отто Николаевича не позволила ему опубликовать полностью результаты этих исследований. Существенным негативным следствием расчисток рисунков явилась их подверженность всем негативным факторам. После прекращения реставрационных работ рисунки оказались беззащитны, и их разрушение происходит значительно интенсивнее.

В 1978 году работы по изучению пещеры продолжил В.Е. Щелинский. Вскоре он вскрыл в зале Знаков культурный слой эпохи палеолита! Было обнаружено множество каменных изделий, украшений и сколов, костяные изделия. Прямо в культурном слое был найден обломок известняка с рисунком, нанесенным охрой. Можно было уверенно говорить, что культурный слой и рисунки на стенах приблизительно одного возраста. С помощью радиоуглеродного метода был определен возраст культурного слоя - около 14 тысяч лет, верхний палеолит, конец эпохи оледенения (Щелинский, 1986).

К сожалению, каталога рисунков В.Е. Щелинский не составил. Он считал «сомнительные» пятна природными образованиями. Реставрационные работы в этот период не проводились. В.Е. Щелинский считал, что рисунки будут зарастать кальцитом и все решится само собой. Было потеряно драгоценное время для отвода воды, разработки методики закрепления рисунков и предотвращения их коррозии.

Проводились многочисленные работы по фиксации известных ранее изображений. Применялась цветная фотография, калькирование, зарисовки и тому подобное. К сожалению, отсутствие совершенных методов и передовой технологии не позволили существенно продвинуться в изучении изображений пещеры. Монография В.Е. Щелинского и В.Н. Широкова, вышедшая в 1999 году в Германии на немецком языке и практически не доступная в России, содержала фотографии и глазомерные схемы расположения групп рисунков и пятен. Там показано приблизительное положение участков расположения 65 изображений.

В трудные «перестроечные» годы пещера и ее уникальная живопись оказались предоставлены сами себе. Ее исследование не велось. В пещере начал функционировать не подготовленный экскурсионный маршрут, включавший практически весь первый этаж с подлинниками рисунков, часто наблюдался вынос глины для «лечебных» целей, были попытки организовать в пещере спелеолечебницу. Происходила общая деградация ситуации. В этих условиях сотрудники НПЦ по охране и использованию недвижимого культурного наследия Республики Башкортостан для спасения уникального объекта, организации работ по контролю ситуации в пещере, проведению регламентированной музеефикации и фиксации палеолитических изображений привлекли группу ВСЕГЕИ, которую поддерживали спелеологи РГО. Нами была разработана программа работ, прошедшая апробацию и утвержденная вышестоящими федеральными органами.

Для работы с рисунками необходимо было разработать систему их обозначения и учета. Каждому изображению давалось образное, запоминающееся имя собственное, связанное с его обликом. Если это был реалистичный, хорошо узнаваемый рисунок, то он так и назывался. Например, красный силуэтный рисунок мамонта получил название «Красный мамонт». Если изображения не имели однозначной трактовки, то их названия указывали на морфологические аналогии. Например, «Дракон» - длинное зооморфное изображение. Группы изображений, объединенные общностью замысла, композиции, закономерным размещением на стене, называются «композициями». Типичными композициями являются обе группы рисунков в зале Рисунков и «Лошадки зала Хаоса». Несколько сближенных изображений - это «группа». Эта система позволила давать изображениям номера, которые указывают на принадлежность изображения к определенной композиции, а, следовательно, на положение в пещере. Положение композиций и групп изображений привязано к залам пещеры и их стенам. Обычно композиции и изображения нумеруются слева направо, по часовой стрелке. Нумерация начинается с зала Рисунков и продолжается от Купольного зала вглубь пещеры к залу Хаоса. При открытии новых изображений общая система учета не изменяется, а только добавляется новый номер в данной композиции. При этом существует еще общий порядковый номер изображения, необходимый для учета количества, но он имеет второстепенное значение.

Фотофиксация изображений пещеры является главной и достаточно сложной задачей. Для ее выполнения необходимо качественно с большим разрешением проводить фотографирование бледных, слабоконтрастных изображений, находящихся на неровных, часто влажных, бликующих поверхностях стен залов. Мы разработали специальную методику съемки с использованием современных мощных цифровых фотокамер с большим разрешением. Основной вклад в разработку методики и проведение технических фоторабот сделан членами РГО: Олегом Минниковым и Антоном Юшко. Они же предоставили современные фотокамеры Nikon D-3, Nikon-700 и другое дорогостоящее оборудование. Для подсветки использовались электронные вспышки, и галогенные и светодиодные осветители с ярким «белым» светом. При этом применялся фирменный черно-белый эталон Kodak Gray Scale и другие цветные эталоны. Для обеспечения лучшей сохранности рисунков в последние годы мы пользуемся для съемок только диодными осветителями.

Кроме фиксации самого изображения необходимо передать особенности рельефа: наличие неровностей, трещин, сколов и т.д. Для этого применяется боковой, «косой» свет, подчеркивающий все особенности поверхности. Для более детальной характеристики изображений и особенностей участка стен, на которых они нанесены, применялась стереосъемка. При фотофиксации недостаточно передать облик изображения, необходимо также запечатлеть интерьер полостей, в которых он находится. Наиболее сложной и информативной стала съемка круговых панорам, при которой фиксируется весь интерьер зала на высоту около 10-15 м. Такие съемки позволяют детально рассмотреть участки с рисунками.

Для точной характеристики размеров изображений проводились их морфометрические измерения рулеткой. По крайним горизонтальным и вертикальным точкам изображения фиксировались два параметра: высота и горизонтальный размер. Дополнительным методом стало использование при фотографировании эталона, на котором кроме цветовой гаммы имелась линейная шкала с делением в один миллиметр.

Привязка изображений к интерьеру карстовых полостей и рельефу их стен осуществлялась не только фотографическими, но и топографическими методами. Вдоль стен с рисунками были организованы прямоугольные системы координат, благодаря которым можно однозначно привязать изображение к точке в пространстве, на поверхности скалы. Кроме того, замерялась высота изображения над полом зала. Замеры проводились с помощью лазерного дальномера и рулетки. Построение координатной сети начиналось с выбора опорных пикетов, хорошо заметных и надежно зафиксированных в рельефе залов. Обычно это вершины крупных глыб или другие хорошо заметные точки. Основная продольная ось должна быть расположена параллельно стене на небольшом расстоянии (0,5-1,5 м) от нее. Отсчет по этой продольной оси от «0» пикета является координатой X, а высота изображения над горизонтальной плоскостью продольной оси - координатой Z. Такая система привязки изображений позволяет быстро и однозначно находить нужный рисунок и, если потребуется, восстановить его на прежнем месте. Эти замеры позволяют создать музейный дубликат пещеры, который должен во всем соответствовать оригиналу.

Фиксация субстрата изображений важна для целей их сохранения и закрепления. При ее проведении дается описание рельефа поверхности скалы, стены, на которой нанесен рисунок. Это может быть ровная, волнистая, бугристая, ячеистая поверхность, на которой иногда встречаются уступы и каверны. Затем описывается состав субстрата. Это серый коренной известняк или различные натечные коры. Субстрат существенно влияет на внешний вид рисунков и должен учитываться в дальнейшем при искусствоведческих и реставрационных работах. Например, облик «Большого носорога» на восточной стене зала Рисунков, передняя часть фигуры которого светлая, а задняя – темная, объясняется тем, что он нарисован наполовину на светлой кальцитовых коре, наполовину – на сером темном известняке. Описываются прожилки, жилки, гнезда кальцита или другого минерала, находящегося на описываемой поверхности, а также глинистые извилистые обособления (так называемые вермикуляции). Большое значение имеет выявление и описание зияющих трещин и каверн, размеры которых иногда оказываются достаточно большими. В некоторых случаях наличие этих полостей представляет серьезную угрозу сохранности рисунков.

Компьютерная обработка видеoinформации в цифровой форме широко применяется в практике полиграфии, улучшения качества изображений, при подготовке различных видеоматериалов. Сейчас невозможна дешифровка «слабых», неясных изображений, расплывчатых пятен без использования компьютерных методов. Компьютерные методы позволяют усилить нужный полезный сигнал, имеющий определенную спектральную характеристику и отбросить «помехи» - сигналы, передающие особенности рельефа, цветовых пятен стены и т.д. В результате обработки изображения получается наиболее вероятный вариант его первоначального облика. Это может быть контрастное черно-белое или переданное в искусственных цветах изображение. Важно, чтобы оно позволяло отчетливо различать облик рисунка или знака. В пещере наиболее широко распространены красные изображения, нарисованные охрой. Этот краситель изобретенный людьми палеолита был, конечно, разный - разных оттенков. Охра, специально изготовленная из гидроокислов железа, природных красных (и других) глинистых охр из коры выветривания и различных минеральных добавок. В непосредственной близости от рисунков зала Хаоса находятся гнезда лимонита, гетита и других разновидностей бурых железняков. Опробование микропримесей бурых железняков и образцов охр показало, с одной стороны, их высокую близость, а с другой – достаточно разнообразный состав и тех, и других. Мы провели эксперименты по приготовлению красителя и после многочисленных опытов пришли к выводу, что основу охры составляли обожженные бурые железняки и глинистые охры. В пещере неоднократно встречаются изображения (обычно знаки), отличающиеся по окраске от типичного «алого» цвета. Визуально хорошо различим более темный, с фиолетовым оттенком, красный цвет, присущий некоторым изображениям. Примером является яркая круто наклонная линия в правой части знака «Решетка» на восточной стене Купольного зала. Одним из исходных компонентов для получения этой краски была фиолетовая глина, которая встречается в районе пещеры. Несомненно, существует множество оттенков алого цвета с различной

интенсивностью и насыщенностью. Исследование цветовой гаммы изображений еще предстоит существенно углубить с использованием специальной аппаратуры.

В пещере преобладают монохромные рисунки и знаки. Возможно, такой вид они приобрели под влиянием негативных факторов гипергенеза, разрушавших краситель в течение тысяч лет. Единственная композиция, которая сравнительно быстро после создания была законсервирована мощными натечными кальцитовыми корами («Лошадки зала Хаоса»), была практически полихромной. Предположительно, все рисунки пещеры первоначально были полихромными или имели более богатую палитру, чем сейчас, и это делает их более схожими с западноевропейскими аналогами. Принципиально стоит вопрос о черных изображениях. Если это все же подлинные рисунки, то предстоит определить, каким красителем они нарисованы. Наиболее вероятным является использование угля. К сожалению, до сих пор мы не знаем, уголь это или минералы марганца. В будущем также предстоит определить и возраст черных рисунков. Выделить среди множества разнообразных, плохо различимых пятен, палеолитические изображения – очень сложная задача. Еще труднее определить подделку или естественное изображение, похожее на рисунок. Для проведения разбраковки изображений мы разработали ряд критериев. Прежде всего *минералогический*. Рисунок, нанесенный на известняковую стену зала, становится частью природной среды, в которой постоянно идут процессы минералообразования. Любой краситель подвергается воздействию влаги, на нем образуются кристаллы кальцита, глинистые вермикуляции, глинистые и кальцитовые пленки или другие натечные образования. Если рисунок покрыт кальцитовыми корами мощностью более 1 см, его древний возраст однозначен. Если же слой натека менее 1 мм, это может быть и палеолит, и более позднее время. Надежным признаком древнего возраста является наличие белых кальцитовых выцветов – мелких кристаллов кальцита, которые уничтожают краситель, рассеивают, перекрывают или отталкивают его частицы. Именно наличие этих белых выцветов убедило западных экспертов в древности рисунков. Иногда для доказательства подлинности изображения достаточно с помощью мощной лупы, изучить поверхность красочного слоя, чтобы убедиться в наличии мелких, но достаточно древних кристаллических минералообразований, перекрывающих рисунок. В случаях с черными угольными рисунками необходимо выяснять степень их минерализации карбонатными образованиями стены. Если уголь стал минеральной частью стены, то, скорее всего, это достаточно древнее изображение, как, например «Черный мамонт» на западной стене зала Рисунков. Критерий *типичности*, схожести с известными образцами изображений из пещеры Шульганташ и западными аналогами, позволяет выделить рисунки, стилистически, морфологически, морфометрически близкие к типичным палеолитическим изображениям. Цветовой критерий очень важен, так как новый, ранее не встречавшийся цвет изображения, является отрицательным фактором. Критерий поверхности, субстрата, на котором нанесено изображение, дает возможность оценить вероятность выбора древним мастером данной площадки для создания рисунка. Места, которые являются естественным «полотном с рамой», скорее всего, содержат настоящий рисунок. Важна оценка *опытного эксперта*, интуиция опытного исследователя – достаточно надежный критерий и пренебрегать им не следует. По комплексу критериев обычно удается сделать правильный вывод о подлинности изображения или указать на вероятность правильного решения.

Изображения пещеры могут быть разделены на ряд типов, которые в свою очередь делятся на подтипы. Наиболее интересны красные **зооморфные рисунки**, в значительной мере реалистичные, близкие по стилистике и конфигурациям к мадленским или солютрейским рисункам Западной Европы. Подавляющая часть – контурные, в них наблюдаются зоны расширения линий контуров и закраска некоторых деталей, участков фигур. Существует несколько силуэтных рисунков, закрашенных практически полностью, но при этом интенсивность красителя на них неоднородна.

К зооморфным контурным рисункам относится большинство рисунков зала Рисунков, например, «Идущий мамонт» на восточной стене зала Рисунков (рис. 1). Все эти рисунки нарисованы красной охрой. К следующему типу «знаков» относятся разнообразные **геометрические фигуры** (рис. 2). Наиболее интересный и многочисленный подтип – характерные «трапеции», встречающиеся исключительно в пещере Шульганташ. Они расширяются кверху,



Рис. 1. Фрагмент композиции восточной стены зала Хаоса



Рис. 2. Знаки Каповой пещеры

имеют внутренние круто наклонные ребра и свешивающиеся с верхних углов «ушки», причем правое обычно короткое, а левое - длинное. Все трапеции имеют специфический «красный» цвет. Второй подтип знаков – треугольник. Наиболее хорошо выраженный «Двойной треугольник» находится в западной части северной стены зала Знаков. Третий подтип – трезубец. При ближайшем рассмотрении оказывается, что эта фигура является производной от трапеций. Его боковые грани параллельны, а верхняя грань почти незаметна. Четвертый подтип – производные трапеции, с внутренней структурой, обычно параллельными боковыми гранями и двойными короткими «ушками». Пятый подтип – U-образные структуры, обычно небольшого размера, часто с маленькими «ушками». Шестой подтип – «рогатки». Это значок, напоминающий асимметричную рогатку, который сопровождается рядом отрезков прямых линий, мелкими треугольниками или клиньями. Седьмой подтип – структуры центрального типа, состоящие из отрезков окружности, дуг или спиралей с более ярким изометричным знаком в центре. Восьмой подтип – красные отрезки прямых или слегка изогнутых линий, расположенных, как правило, группами по вертикали. Девятый подтип – сложные красные структуры, имеющие сходство с производными трапеций, с элементами радиального строения и напоминающие отпечаток огромной руки. Возможно, они являются составными и включают знаки, близкие к трезубцам и U-образным знакам. Десятый подтип – особый, к нему относятся единичные, специфические знаки, состоящие из нескольких элементов. Наиболее представительным из них является «Башня» из зала Хаоса. Он состоит из двух красных прямоугольных структур, между которыми расположены короткие горизонтальные черные полосы, частично подчеркнутые красной охрой. Подобных знаков не описано ни в одной из пещер. Следующий, третий, очень сложный и неоднородный тип изображений – «**пятна**», которые визуально выглядят как бесструктурные красные изображения неправильной формы. Это реликты очень плохо сохранившихся рисунков, подтеки красителя от уничтоженных изображений, а иногда, возможно, природные образования. С помощью компьютерных методов в ряде случаев удастся однозначно выявить первичную структуру рисунков или знаков, но часто такая расшифровка неоднозначна. В этом случае предлагаемый вариант дешифровки имеет вероятностный характер, и заключение о подлинности полученного варианта изображения зависит от опытности и квалификации исполнителя. Четвертый тип близок к предыдущему, это «**точки**». По сути, они близки к маленьким красным бледным пятнам. Среди них встречаются очень важные «точки-указатели», мелкие значки, фрагменты реликтов рисунков и природные минеральные обособления. Несмотря на малые размеры, они иногда имеют характерную форму и структуру, отростки, «хвостики» и другие особенности. Различать их еще сложнее, чем пятна. Типичным указателем является «Акустическая точка» на Перекрестке. Особой группой изображений яв-

ляются **черные рисунки и знаки**. Их палеолитический возраст пока не доказан. Практически все черные изображения сосредоточены в зале Рисунков. Это архаичные зооморфные рисунки двух лошадок, мамонта и животного, напоминающего лису. В средней части знака «Башня» черные горизонтальные полосы, интенсивно минерализованы. Это дает основание утверждать, что эти черные линии древние.

Рисунки пещеры Шульганташ образуют по комплексу признаков и приуроченности к определенным участкам несколько групп, которые возможно относятся к разным эпохам. Они отражают разные стили, традиции и концепции мироощущения. Эти различия могут быть объяснены и функциональным назначением изображений, для различных частей святилища. Наиболее известны и реалистичные контурные красные рисунки зала Рисунков второго этажа. Среди них преобладают мамонты (7 рисунков), есть шерстистые носороги (2) и бык. Почти все эти рисунки контурные и только один, «Красный мамонт», силуэтный. Цвет этих рисунков алый. Почти все изображения зала Рисунков – это зооморфные рисунки, выполненные в единой стилистике, каноне. В зале всего один знак – крупная трапеция с двенадцатью ребрами. Это, единая формационная группа, наиболее близкая к западноевропейским аналогам. Ко второй группе могут быть отнесены реалистичные красные рисунки с хорошо выраженными элементами стилизации, которые сопровождают не менее двух трапеций. К этой группе относятся «Лошадки зала Хаоса» и «Зубр» из зала Знаков. Среди зверей уже нет мамонтов. Трапеции начерчены геометрически правильно, обладают разным количеством ребер и внутренними особенностями структуры. Расположены эти композиции на первом этаже пещеры, на входах в зал Знаков и в зал Хаоса. Это – продолжение древней традиции с соблюдением и развитием ее канонов. Ее предполагаемый возраст – самый поздний этап палеолита. Третья группа характеризуется небольшими зооморфными стилизованными и формализованными изображениями, отсутствием традиционных трапеций. Появляются различные новые знаки: U-образные, радиальные, круговые, различные производные трапеций и др. Нет четкой связи зооморфных рисунков со знаками. Для них характерна плохая сохранность, отсутствие прорисовки деталей, статичность фигур животных. Типичные рисунки этой группы – «Красная лошадка», «Крайний мамонт», «Архар». Все они находятся в Купольном зале. В следующую группу входят многочисленные и разнообразные изображения плохой сохранности. Плохая сохранность может объясняться тем, что был утерян секрет приготовления краски, или же пришлось использовать неблагоприятные свободные влажные площадки. Возможно, изменились условия, и рисунки создавались при повышенной влажности. Эти изображения расположены на первом этаже пещеры в залах Купольный и Знаков. Четвертая группа изображений – красные разнообразные геометрические знаки, находящиеся на потолке «Щели» зала Хаоса. Подобные знаки ранее не встречались, среди них есть очень сложные производные от трапеций, оригинальные, комплексные, из нескольких элементов. Для группы характерен абстрактный характер, она создана по новой концепции, хотя некоторые редкие детали перешли от старых знаков. Например, двойные «ушки» на сложных знаках. По-видимому, эта группа изображений была создана уже в постпалеолитическое время. Пятая группа рисунков выделяется условно. Это черные архаичные, с признаками примитивизма, рисунки, присутствующие только в зале Рисунков на втором этаже. Примером могут служить «Черный мамонт» и «Черная лошадка». Если это не подделка, то можно предположить, что это самые древние в пещере рисунки. К шестой группе относятся многочисленные точечные знаки. Это «указатели», которые отмечали какие-то особые места и реликты разрушенных изображений. К указателям можно отнести «Акустическую» точку.

Седьмая группа, вероятнее всего, состоит из современных изображений, что пока не доказано. К ней принадлежат «Стрела». Данная группировка основана на комплексных характеристиках изображений.

О.Н. Бадер в своей монографии пишет о близости «живописи» Каповой пещеры и западноевропейских аналогов. Нам представляется, что между ними существуют ощутимые различия. И концепция создания изображений и многие из рисунков и знаков Каповой пещеры специфичны и являются самобытными в рамках общего культурного поля палеолита. Композиция восточной стены зала Рисунков представляет собой торжественное шествие зверей-то-

темов. Все они расположены закономерно, композиционно связаны воедино. Все, кроме одного, идут по периметру зала справа налево. Впереди одинокий «Идущий мамонт», за ним остальные животные, образующие большой клин, на острие которого находится «Большая лошадь». Сзади, расположены звери, образующие второй эшелон: лошадка, мамонт и мамонтонок. Это процессия, идущая в микрокосмосе зала навстречу солнцу, олицетворяет круговорот Вселенной. Создается впечатление торжественной процессии. Это не «живопись», а сюжет на эзотерическую тему, построенный по определенному канону.

Композиция западной стены зала отличается отсутствием в построении торжественности и условности. Мамонты идут по холмистой равнине, которую моделирует стена с овальными нишами, а впереди на некотором отдалении – «Бык». Это, зарисовка будничной сцены, но подчиненная композиционному единству, с использованием тех же стилистических приемов. Если сравнить эти композиции с рисунками пещер Западной Европы, в первый момент кажется, что они значительно примитивнее, но внимательное исследование рисунков показывает, что они другие по замыслу. Разница между западными, сложными, многофигурными живописными шедеврами, и композициями Каповой пещеры такая же, как между великолепием убранства католических храмов и образностью византийско-русской иконы. Мастер из Каповой пещеры стремился отразить не внешнюю красоту животных, а создать их образы, передать торжественность встречи людей с миром их тотемов, с высшими силами. Это палеолитический «алтарь», а не картинная галерея. Отсюда и соблюдение канонов, условности в изображениях. Возможно, люди, создававшие живопись в Западной Европе и на Урале, по-особому мыслили и чувствовали. В одном случае преобладал художественный эстетический импульс, в другом – стремление передать духовный потенциал. Есть существенные различия и в знаках. Прямоугольные решетки на Западе никак не соответствуют специфическим трапециям Каповой. Принято считать, что все палеолитические знаки призваны отражать мужское и женское начало. Нам кажется, что сведение, вслед за Фрейдом, подсознания человека к половому дуализму не полностью отражает его природу. Человек уже в то время был богаче, многогранней. Мы просто не понимаем языка этих знаков. В них наверняка есть знаки-символы и информационные знаки. Люди стремились к передаче информации. Особенно интересны трапеции. Эти красивые, геометрически совершенные фигуры могли возникнуть как развитие «женского треугольника» и как абстрактная модель животного с коротким ушком – головой и длинным – хвостом. Примечательно, что они всегда сопровождают рисунки зверей, располагаются ниже и правее рисунка животного. Это некие определители, информационное дополнение к тотемным изображениям. Поскольку в трапециях различное количество ребер, возникает логическое предположение, что они являются численными знаками. В первую композицию входит 12 рисунков и именно 12 ребер имеет нарисованная рядом единственная трапеция. Конечно, это только гипотеза. Существует много данных о счете в эту эпоху, о существовании календарных моделей. Люди палеолита не были дикими варварами, у них была своя культура, духовный мир. Разнообразие стилей рисунков, смена традиций знаков, их морфологическое разнообразие, сопровождающееся сменой площадок, свидетельствует о длительном периоде использования пещеры в качестве святилища. Изображения, создавались на протяжении многих тысяч лет. Возможно, с палеолита до мезолита. Об этом же свидетельствует наличие стилизованных рисунков, очень близких к поздним изображениям (рисунок горного козла). В Каповой пещере отсутствуют полимпсесы – наложения новых рисунков на старые, а на Западе это обычное явление. Зато встречаются дорисовки, корректировка ранних знаков.

Очень интересным знаком, состоящим как минимум из двух генераций, является «Решетка» Купольного зала. Это совокупность нескольких систем пересекающихся линий. Под ними просматриваются более ранние изображения. Вполне отчетливо видна яркая линия с фиолетовым оттенком. Это внешнее ребро трапеции, которое позднее было «заштриховано». На правом флаге знака «Решетка» находятся три небольших обособленных знака. Два из них напоминают «Т», или руну. Очень важным обстоятельством является закономерное размещение знаков и рисунков на северной стене зала Знаков, налицо приуроченность специфических групп знаков и рисунков к обособленным участкам стены, как будто каждому мастеру (пле-

мени, роду) была выделена своя площадка для нанесения изображений. Надо отметить существенное разнообразие знаков Каповой пещеры.

Таким образом, описанные особенности изображений пещеры Шульганташ убедительно свидетельствуют о самобытности этого памятника, очага древнейшей оригинальной культуры, который являлся крупнейшим региональным святилищем в палеолите и эволюционировал в течение очень длительного времени. Интересны некоторые статистические данные о размещении рисунков. На втором этаже пещеры в зале Рисунков находится 20 зооморфных, 2 антропоморфных рисунка и только один знак. Среди них семь мамонтов, две лошади, два носорога, один бык и два антропоморфа. Все пять черных изображений находятся тоже в зале Рисунков. На первом этаже в трех залах находится 25 зооморфных рисунков и 75 знаков. Среди рисунков только три мамонта, четыре лошади, один бык и один антропоморфный. На втором этаже 13 изображений находится в удовлетворительном состоянии, одно – в среднем и 11 – в неудовлетворительном, а на втором этаже 129 – в неудовлетворительном, 27 – в среднем и только 14 – в удовлетворительном. Хорошо видна разница между первым и вторым этажами, как по специфике изображений, так и по их сохранности. Мы вынуждены констатировать неутешительную картину сохранности изображений в пещере в целом.

К сожалению, слабая изученность памятника, практическая неизвестность его широкой общественности, недооценка глобального ранга объекта привели к очень низкому финансированию работ по его исследованию и сохранению в прошедшие годы. В отечественных учебниках, и ученых трудах материалы по зарубежным пещерам с палеолитической живописью неизмеримо превосходят краткое упоминание о Каповой пещере, что совершенно не справедливо и не оправдано. В действительности ее изображения во многом оригинальны, созданы по самобытной концепции, в ней больше особенных абстрактных знаков, образующих определенную систему. Сейчас «Каталог» продается только в Уфе, в магазине издательства Китап, и мы настоятельно рекомендуем всем интересующимся древнейшей историей приобрести его.

Полученные материалы однозначно свидетельствуют о существовании на Южном Урале в палеолите самостоятельного высокоразвитого центра древнейшей культуры человечества.

Литература

1. Бадер О.Н. Капова пещера. – М.: Наука, 1965. – 34 с.
2. Ляхницкий Ю.С., Щелинский В.Е. Исследования Каповой пещеры (Шульган-Таш) // Известия Всесоюзного Географического общества. 1987. Т. 119. Вып. 6. – С. 548-553.
3. Ляхницкий Ю.С., Юшко А.А., Минников О. А. «Сокровище палеолита» Рисунки и знаки пещеры Шульганташ. – Уфа: Китап, 2008. – 180 с.
4. Ляхницкий Ю.С., Минников О.А, Юшко А.А. Рисунки и знаки Пещеры Шульганташ (Каповой) Каталог изображений. – Уфа. Китап. 2013. – 288 с.
5. Рюмин А.В. Пещерная живопись на Южном Урале. Материалы комиссии по научной геологии и географии карста. Информационный сборник 1. М. МОИП. 1960.
6. Ujaceslau E. Scellinshkij und Ulodimir N. Sirokou. Hohlenmalerei im Ural. Kapoua und Ignatievka. Die altsteinzeitlichen Dilderhohlen im sudlichen Ural. Sipmacingen. Nhorbece. 1999. 171 s.

СОВРЕМЕННОЕ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ В КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ

С.С. Потапов, Н.В. Паршина, С.А. Садыков

Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, Россия, spot@ilmeny.ac.ru

Ровно 10 лет назад, летом 2004 г., наш коллектив в рамках совместной экспедиции с сотрудниками Естественнонаучного института (г. Пермь) посетил Кунгурскую Ледяную пещеру с исследовательскими целями. Через год результатом этой поездки стало опубликование двух

небольших работ о типах минерализаций в Кунгурской Ледяной пещере [1, 2] и растянутое на десятилетие изучение минералогии пещеры, основные результаты которых ретроспективно иллюстрирует далеко не полный список наших научных публикаций [3-13].

Из современных минеральных форм (типов минерализаций) можно выделить:

- эфемерные (сезонные) образования;
- криогенные минеральные образования;
- геотехногенные минеральные образования – продукты взаимодействия технических конструкций пещеры с контактирующими с ними минерально-породными комплексами;
- техногенные минеральные образования – продукты взаимодействия специфической среды пещеры с внесенными туда техногенными (антропогенными) продуктами и материалами.

К эфемерным образованиям, в частности, относятся наблюдаемые в феврале-апреле на потолке и стенах некоторых гротов пещеры волокнистые белые агрегаты, растущие субперпендикулярно поверхности субстрата. Ранее некоторые исследователи называли подобные образования «гипсовый мох» или «гипсовый пух», что вполне справедливо, поскольку вещественную основу этих агрегатов действительно составляет гипс, а морфологически это и в самом деле напоминает легкий белый пух. Подобные образования, в частности, наблюдались ранее в юго-западном крыле грота Полярный.

В 1995 г. К.А. Горбунова с соавторами [14] описала «гипсовый мох» с потолка и со стен этой юго-западной части грота Полярный как аэрозольное образование, которое «представляет собой массу тонкоигольчатых и волокнистых кристаллов, расположенных перпендикулярно или под углом 70-85° к поверхности потолка. Преобладающая длина 1.5-2 см, у отдельных индивидов – до 3.5-4.0 см. Под микроскопом отмечаются сгустки звездчатой и розетковидной формы с пелитоморфной структурой, не просвечивающей в проходящем свете, и зерна игольчатой и пластинчатой формы не крупнее 0.01 мм... В составе преобладает гипс, присутствует доломит и ангидрит».

В марте 1998 г. студентка геологического факультета ПГУ У.В. Назарова отобрала эти же пушистые минеральные новообразования из грота Полярный и привезла для изучения. В результате чего в материалах Первых научных чтений памяти П.Н. Чирвинского была опубликована статья «Новообразования мирабилита-тенардита в Кунгурской Ледяной пещере» [15]. Рентгенофазовый анализ этого новообразования, проведенный в МГУ В.Г. Шлыковым, показал, «что в его составе преобладает тенардит ($\text{Na}_2(\text{SO}_4)$), минерал, который до настоящего времени в отложениях пещеры не был обнаружен». Авторы отмечали, что по условиям, царящим в пещере, тенардит не мог в ней образоваться изначально, поэтому пишут: «... естественно **предположить**, что первоначальный состав волокнистых новообразований был мирабилитовый».

Подобное замещение мирабилита тенардитом отмечалось нами ранее на стеновых покрытиях в жилом помещении при подтекании дождевых вод, на внутренней кирпичной стене-опоре кровли Крестовоздвиженского храма. С.В. Прибавкин и Е.С. Шагалов обнаружили подобные образования в виде крупных до нескольких сантиметров волосовидных кристаллов, образующих параллельно-игольчатые, ватоподобные агрегаты белоснежного цвета в подвале Института геологии и геохимии УрО РАН в Екатеринбурге. При этом авторы отмечают сезонный характер появления минеральных новообразований, а именно, бурный их рост происходит осенью и весной, когда воздух достаточно влажный; кроме того происходит подпитка подвального этажа дождевыми и талыми водами. Во влажной среде сначала образовывался мирабилит, последующая дегидратация которого в сухих условиях приводила к образованию тенардита. Как бы то ни было, но авторы [15] лишь предположили возможность образования мирабилита в Кунгурской Ледяной пещере, но достоверно находку его не доказали.

Первая достоверная находка мирабилита была сделана нами 4 марта 2006 г. при переходе из грота Колизей в грот Смелых (рис. 1.) Здесь, возле туристической тропы на почве с левой стороны обнаружены обломки гипсовой породы с обильными пушистыми новообразованиями с длиной волокон пуха в среднем 15 мм и с максимальной длиной 20-25 мм (рис. 2). Эти образцы были герметично упакованы, а в лабораторных условиях подготовлен их препарат с вазелином (во избежание дегидратации) и получена рентгенограмма, соответствующая **мирабилиту** с примесью гипса (табл. 1).



Рис. 1. Схема Кунгурской Ледяной пещеры. Звездочками отмечены места отбора образцов с мирабилитом и с блёдитом.

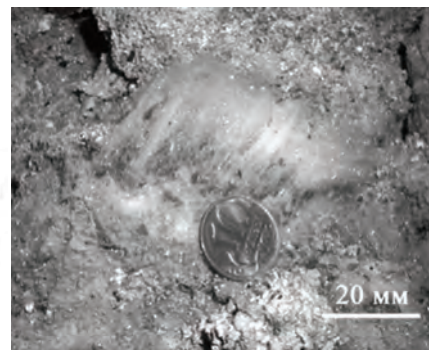


Рис. 2. Белые пушистые минеральные новообразования мирабилита и гипса на породных обломках на почве перед входом в грот Смелых.

Таблица 1

Рентгенограмма пробы К-22-06 из Кунгурской Ледяной пещеры (1), эталонного мирабилита $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (2) и эталонного гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (3)

1		2 (*ASTM, 11-647)			3 (ASTM, 6-0046)		
d, Å	l	d, Å	l	hkl	d, Å	l	hkl
7,583	100	-	-	-	7,56	100	020
5,47	65	5,49	100	002	-	-	-
4,658	26	4,77	45	120, 201	-	-	-
4,277	57	4,32	20	211	4,27	50	$\bar{1}21$
3,804	24	3,83	40	$12\bar{2}$	3,79	20	031, 040
3,339	21	3,31	5	311	-	-	-
3,248	10	3,26	60	$13\bar{1}$	-	-	-
3,183	22	3,21	75	$320, 40\bar{1}$	-	-	-
3,063	79	3,11	60	$40\bar{2}, 313$	3,059	55	$14\bar{1}$
2,878	46	2,896	5	321	2,876	25	002
2,78	43	2,801	30ш	$40\bar{3}, 231$	2,786	6	$21\bar{1}$
2,739	7	2,743	15	$132, 004$	-	-	-
2,677	15	2,687	10	$33\bar{1}$	2,679	28	022, 051
2,212	7	2,208	5	$134, 214$	2,216	6	$15\bar{2}$
2,189	6	2,196	5	$511, 234$	-	-	-
2,073	5	2,071	15	$224, 41\bar{5}$	2,073	8	112, 251
2,011	7	-	-	-	1,990	4	170
1,895	7	-	-	-	1,898	16	080, 062
1,864	15	-	-	-	1,864	4	$31\bar{2}$
1,807	7	-	-	-	1,812	10	$26\bar{2}$
1,782	6	-	-	-	1,778	10	260
1,661	5	-	-	-	1,664	4	$34\bar{1}$
1,619	4	-	-	-	1,621	6	$20\bar{4}, 181, 053$

Примечание. Дифрактометр ДРОН-2.0, CuK_α -излучение. Лаборатория Института минералогии УрО РАН, аналитик П.В. Хворов. Интенсивности всех линий рентгенограммы рассчитаны на самую интенсивную линию гипса 7.583 Å, поэтому интенсивности линий для кунгурского мирабилита и эталона не соответствуют. *ASTM – Американская картотека порошковых рентгеновских данных.

Понимая, что требуется проведение ревизии пушистых минеральных новообразований в юго-западном крыле грота Полярный, изучавшихся ранее К.А. Горбуновой и Н.Г. Максимо-

вичем с соавторами с целью уточнения их минерального выполнения, нами (С.С. Потапов, Н.В. Паршина, О.И. Кадебская) 16 июля 2007 г. было проведено обследование, в результате которого на потолке и стенах грота Полярный обнаружены шелковистые белые минеральные образования, рентгенограмма которых соответствует блёдиту $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ с незначительной примесью гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Это оказалась первая находка минерала в Кунгурской Ледяной пещере. Главные линии блёдита на рентгенограмме: 4.660, 3.178, 3.074, 2.782, 2.644, 2.328, 1.863 Å (рис. 3). Впервые на Урале блёдит (другое, устаревшее, не номенклатурное название минерала – астраханит) был обнаружен Д.И. Соколовым в 1769 г. в отложениях соляных озер Зауралья. Встречается в техногенных условиях на испарительном барьере в виде выцветов по берегам сульфатных луж возле горелых отвалов в Челябинском угольном бассейне и в подотвальных лужах на колчеданных месторождениях, в частности, Летнем на Южном Урале. Блёдит часто ассоциирует с тенардитом.

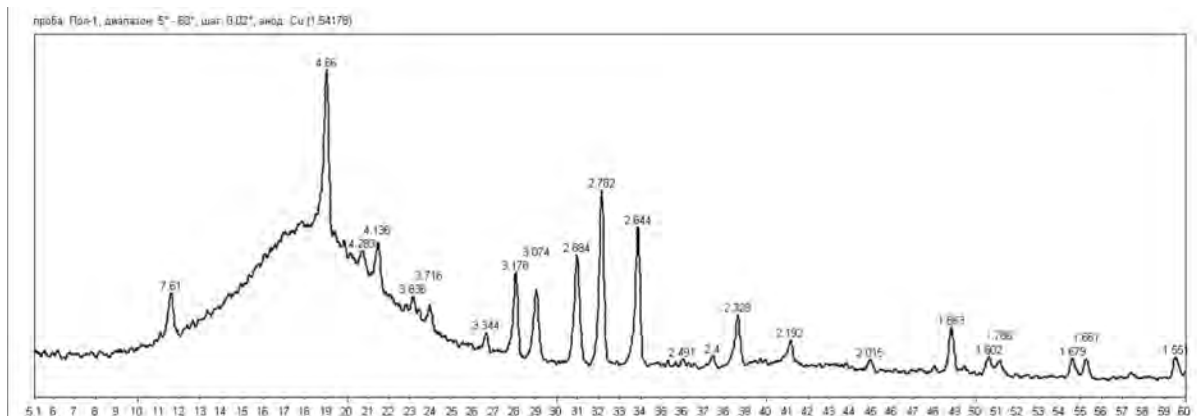


Рис. 3. Рентгенограмма пробы Пол-1 из Полярного грота Кунгурской Ледяной пещеры, соответствующая блёдиту $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ с незначительной примесью гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Отбор пробы 16 июля 2007 г.

12 февраля 2008 г. нами предпринята еще одна попытка отбора проб в гроте Полярный, в его северо-восточном крыле, где отбирались предыдущие пробы в июле 2007 г. Температура в гроте была -0.1°C . С помощью ножа пушистые минеральные новообразования были счищены с поверхности стен в герметичные пластиковые пакеты – грипперы и до момента проведения анализа хранились в холодильнике. Рентгенограмма их дала типичную картину для мирабилита с примесью гипса (рис. 4). Пушистые минеральные образования на стенах и кровле грота были более мощными, нежели летом и шелковисто поблёскивали в свете фонарей (рис. 5).

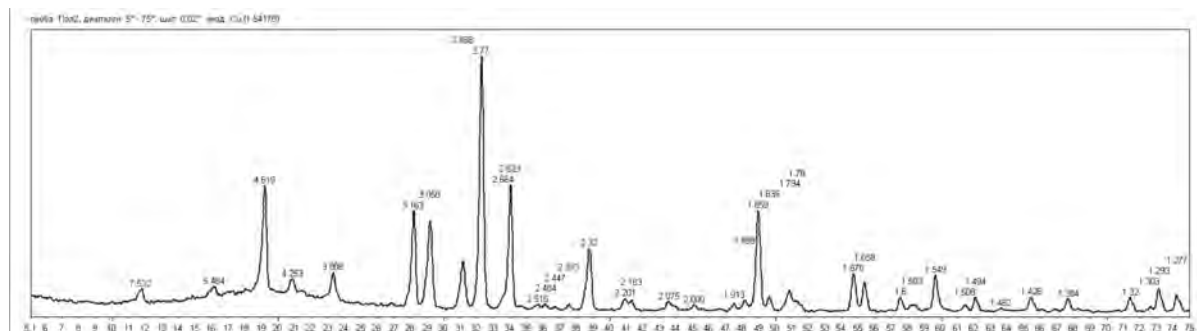


Рис. 4. Рентгенограмма пробы Пол-2 из Полярного грота Кунгурской Ледяной пещеры, соответствующая мирабилиту $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ с примесью гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Отбор пробы 12 февраля 2008 г.

Таким образом, мы констатируем, что одинаковые по морфологии агрегатов минеральные образования с одного и того же места в гроте Полярный, но отобранные в разное время, сложены разными минеральными фазами – летом они представлены блёдитом $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, а зимой – мирабилитом $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Т.е. эти образования являются типичными минералами-эфимерами, и в зависимости от сезона года трансформируются. Летом

образуется сульфатная фаза, содержащая кроме Na^+ еще и Mg^{2+} , что видимо, обусловлено большей растворимостью и способностью Mg^{2+} мигрировать в летний, более тёплый период года, тогда как зимой формируется только Na^+ -содержащая фаза с большим количеством кристаллизационной воды в своем составе. Кроме того, наши наблюдения в гроте Полярный в зимний период подтвердили предположение Н.Г. Макимовича и соавторов [15] о возможности образования здесь мирабилита.

Воплощение в специфический белоснежный вато- или пухоподобный минеральный агрегат однозначно не указывает, что это новообразование выполнено мирабилитом или блёдитом. Эти «пушистые» минеральные образования встречаются в Кунгурской пещере довольно широко. В частности, они обнаружены в гротах Крестовый, Руины, Геологов, Атлантида... (см. рис. 1). Причем, со временем наблюдается тенденция к их более широкому распространению. Так, например, в гроте Геологов еще пять лет назад подобных образований не наблюдалось. В переходе из грота Колизей в грот Смелых, ближе к последнему, на сужении прохода немногим более 1 м обнаруживается очень сильная тяга воздуха. В этом месте справа от тропы смонтирована защитная стенка из железобетонных конструкций, укрепленная стальной арматурой. На железобетонных блоках этой стенки на разной высоте от 0.5 до 1.8 м зонами распределяются минеральные новообразования также в виде белых пушистых налетов. Сложены они преимущественно гипсом и, возможно, незначительной механической примесью кварца. По нашим наблюдениям подобные минеральные образования чаще всего выполнены гипсом, и гипс, как более устойчивый и менее растворимый минерал, является в них «сквозным», тогда как тенардит, мирабилит или блёдит могут существовать в этом агрегате лишь при определенных узко ограниченных параметрах среды, т. е. являются типичными эфемерными образованиями. Таким образом, и опыт предшественников, и наш собственный позволяет констатировать, что пушистые новообразования чаще всего являются действительно «гипсовым пухом», тогда как новообразования мирабилита или блёдита весьма редки, если не единичны.

Что касается генетической стороны формирования гипсовых, гипс-мирабилитовых и гипс-блётитовых пушистых агрегатов, то навряд ли они являются аэрозольными образованиями. Надо заметить, что во всех этих агрегатах сами минеральные индивиды, или кристаллы представляют собой тончайшие волоски, или нити, ориентированные субпараллельно друг другу и субперпендикулярно породному субстрату, на котором они растут. Известная роль в формировании нитевидных кристаллов принадлежит пористой подложке. Именно по порам породы, в нашем случае, – по гипсам и ангидритам, поступают минерализованные воды, или растворы. При испарении воды возникают центры кристаллизации, и кристалл, зародившийся в основании поры, этим основанием и растёт, ибо сюда поступают свежие порции питающего солевого раствора. Таким образом, игольчатый или волосовидный характер минеральных индивидов в специфическом пушистом агрегате из гипса, мирабилита или блёдита Кунгурской Ледяной пещеры мог формироваться на любом гипсометрическом уровне (на кровле, стенах и, как оказалось, даже на почве пещеры) при капиллярном питании через породный субстрат соответственно минерализованными растворами.

Другое эфемерное минеральное новообразование было обнаружено П.Н. Сивинских в ноябре 2005 г. на дне обмелевшего озера в гроте Длинный. Это необычные трубчатые минеральные образования, ранее для пещеры не наблюдавшиеся и не описанные (рис. 6). Эти образования формируют минеральный куст и растут вверх, видимо, за счет питания поровыми растворами, на поверхности разрушенного, частично дезинтегрированного обломка гипсовой породы, покрытого тонким слоем красно-коричневой глины. Отдельные трубочки достигают в высоту 4 см. На кафедре минералогии ПГУ Н.Е. Молоштановой эти образования диагностированы как арагонит. Отобранные нами 5 марта 2006 г. (в течение всей зимы эти минеральные новообразования сохранились) эти же образцы дали типичную для кальцита рентгенограмму с основными отражениями: 3.028 (3.036); 2.488 (2.497); 2.277 (2.287); 2.089 (2.095); 1.924 (1.913); 1.874 (1.877) Å (в скобках приведены данные для эталонного кальцита). В весенний паводок место образования «кальцитовых кустов» непременно бы затопило, и они могли раствориться, либо разрушиться механически, т.е. в любом случае была угроза невозможности сохраниться

на месте своего образования, поэтому они были эвакуированы за пределы зоны возможного затопления.



Рис. 5. Белые пушистые образования мирабилита и гипса в гроте Полярный, особенно отчётливо проявленные выше и правее фонаря, гребнем свисающие с породного субстрата. Фото 12 февраля 2008 г.



Рис. 6. Современные трубчатые образования кальцита со дна обмелевшего озера в гроте Длинный.

Криогенные минеральные образования довольно широко развиты в Кунгурской Ледяной пещере (рис. 7.) Под ними понимают остаточные порошкообразные отложения, образно называемые пещерной (гипсовой, минеральной, горной) мукой, образующиеся в карстовых пещерах с ледяными образованиями при таянии или сублимации (возгонке) льда. Некогда законсервированные во льду и высвобождающиеся при его возгонке (испарении, сублимации) микрокристаллы криогенных минералов образуют светлый мучнистый налет. При намерзании ледяных форм в пещерах в условиях отрицательных температур, растворенные в замерзающей воде минеральные компоненты кристаллизуются и консервируются льдом. Поскольку формирование кристаллов минералов сопряжено с образованием льда, то их и называют криогенными (от греческих слов «kryos» - холод, мороз, лед и «genesis» - зарождение, происхождение, развитие).

По нашим наблюдениям, в Кунгурской Ледяной пещере криогенный гипс встречается в гротах Бриллиантовый, Полярный, Данте, Западный, Крестовый, Грозный, Скульптурный, Великан, Вышка и в ходе Горе Толстякам, где развиты образования многолетнего и сезонного льда (см.



Рис. 7. Схема Кунгурской ледяной пещеры. Звездочками показаны места с находками криогенного гипса.

рис. 7), что соответствует двум микроклиматическим зонам – зоне постоянных отрицательных температур и переходной температурной зоне. Нами предполагается возможность формирования криогенного гипса и в Скандинавском гроте. Развитие криогенных минеральных образований напрямую связано с микроклиматическими особенностями, которые для Кунгурской пещеры весьма сложны. По О.И. Кадебской, в пещере от входа до так называемой «нейтральной зоны» с практически постоянными

это кристаллы многолетние со следами растворения и нарастания (обрастания). Встречаются реберные скелетные и футляровидные кристаллы.

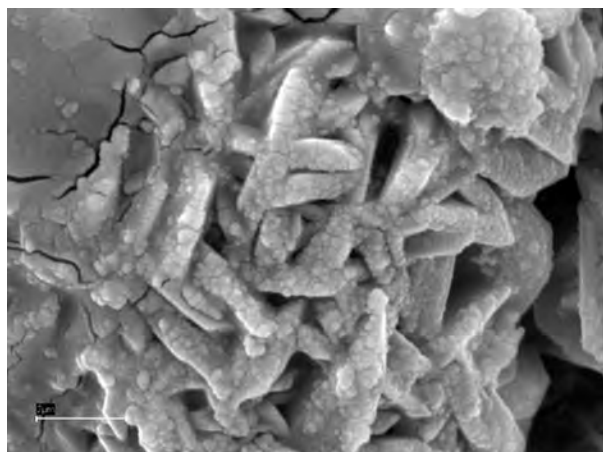


Рис. 9. СЭМ-фото кристаллов криогенного гипса из ниш испарения многолетней наледи в гроте Бриллиантовый.

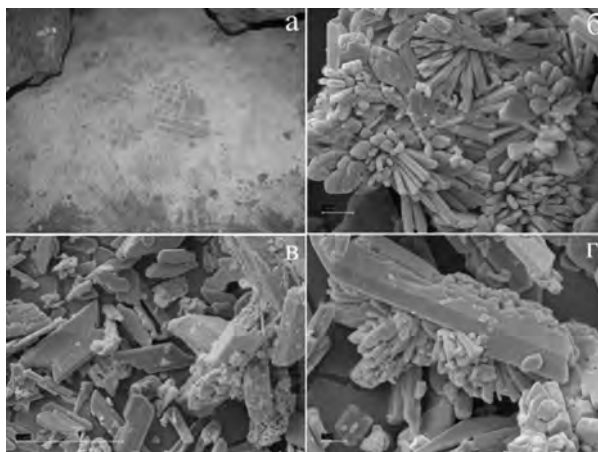


Рис. 10. Наледь на полу хода Горе Толстякам с покровом криогенного гипса (а) и вид этих кристаллов под электронным микроскопом (б-г).

В переходной микроклиматической зоне на вершине подтаявшего сталагмита в гроте Грозный обнаружено изометричное скопление криогенного гипса (рис. 12а). Это моносезонное образование, представленное сложными сростками (агрегатами) плоскогранных кристаллов (рис. 12б), двойников парижского типа (рис. 12в) и типа «ласточкин хвост» (рис. 12г).

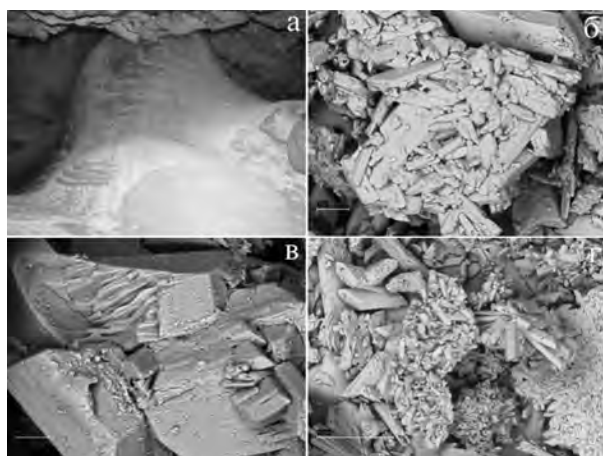


Рис. 11. Отложения криогенного гипса на ледяной многолетней колонне в ходе Горе Толстякам (а) и морфология поверхности кристаллов под электронным микроскопом (б-г).

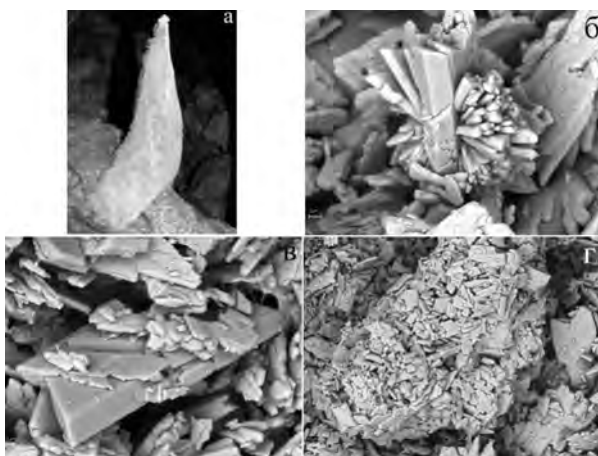


Рис. 12. Отложения криогенного гипса на вершине подтаявшего сталагмита в гроте Грозный в переходной температурной зоне (а) и вид этих кристаллов под электронным микроскопом: сложные сростки плоскогранных кристаллов (б), двойники парижского типа (в) и типа «ласточкин хвост» (с правой стороны снимка) (г).

При анализе СЭМ-фото криогенного гипса из Кунгурской Ледяной пещеры, как и из других изученных нами пещер, не выявлено индукционных поверхностей совместного роста с другими минеральными фазами (льдом). Следовательно, кристаллы росли в свободном пространстве жидкой фазы (воды, раствора). Таким образом, кристаллы и их сростки образовались не синхронно (не одновременно) с кристаллизацией льда, а опережали его образование, и лишь впоследствии консервировались кристаллизующимся льдом. Несмотря на различие форм кристаллических агрегатов гипса, в целом можно выделить следующие общие особенности, характерные для криогенных образований гипсовой пещерной муки из разных пещер, в том числе, и из Кунгурской Ледяной пещеры:

- развитие скелетных, реберных, футляровидных кристаллов;
- наличие двойниковых кристаллов, преимущественно двойников парижского типа, реже – двойников типа «ласточкин хвост».

Эти особенности отражают высокую скорость роста гипса при криогенезе.

Для Кунгурской Ледяной пещеры характерны как моносезонные криогенные минеральные образования, так и многолетние их накопления. Различаются они по характеру поверхностей кристаллов и сростков. Многолетние накопления криогенного гипса характерны для зоны постоянных отрицательных температур, где сформировались многолетние льды. Здесь не происходит таяние льда, а высвобождение кристаллов гипса из его толщи осуществляется при сублимации, «сухом» испарении льда на токе воздуха, сразу из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу (воду). Эти относительно «сухие» условия являются благоприятными для накопления и длительного сохранения криогенного гипса. Но при длительном существовании в воздушно-влажной среде пещеры кристаллы гипса подрастворяются и снова обрастают на порядок меньшими кристаллами с формированием характерной «шагреновой» поверхности первичных кристаллов. В зоне же переходных температур, где развиты только сезонные ледяные образования, при полном таянии льда в летний период, кристаллы криогенного гипса либо остаются на грунте пещеры и впоследствии перемешиваются с почвой, с аллохтонными отложениями, дезинтегрируются и теряются, либо в более влажных условиях, в лужах, растворяются полностью. Поэтому в этой зоне переходных температур пещеры в весенний период можно найти только моносезонные кристаллы криогенного гипса идеальной формы с гладкими гранями. Таким образом, Кунгурская Ледяная пещера является подземной природной криолабораторией, где естественным путем кристаллизуются криогенные кристаллы гипса микронных размеров. В теоретическом (кристаллогенетическом) и практическом (лабораторный синтез микронных и наноразмерных кристаллов минералов для промышленных нужд) аспектах важно решить задачу влияния температуры вымораживания на размерные (морфометрические) параметры образующихся кристаллов. Решение этой задачи возможно лабораторным, экспериментальным путем.

Для генетических построений важную информацию могут дать изотопные исследования. Поэтому на свежих (отбор в 2012-2013 гг.) пробах и образцах различных генетических типов гипса с применением масс-спектрометра Delta^{plus} Advantage было проведено изучение изотопного состава серы. Для определения влияния внешних факторов на воспроизводимость результатов использовался внутренний стандарт. Контрольные измерения изотопного отношения внутреннего стандарта производились в каждой серии опытов. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Изотопный состав серы в образцах гипса из Кунгурской и Киндерлинской пещер

№ п/п	Номер пробы	Изотопный состав серы, $\delta^{34}\text{S}$ ‰, CDT	Комментарии (пещера, описание пробы)
1	КЛП – 1/2012	+13.38	Кунгурская, черная криогенная мука
2	КЛП – 1/2012	+13.55	Кунгурская, грот Бриллиантовый, гипсовая порода
3	КЛП – 2/2012	+14.08	Кунгурская, грот Бриллиантовый, криогенная мука
4	КЛП – 01/2013	+14.30	Кунгурская, грот Крестовый, криогенная мука
5	К-5/2013	-9.95	Киндерлинская, корки гипса
6	К-7/2013	-12.60	Киндерлинская, гипс
7	К-8/2013	-11.40	Киндерлинская, антолиты гипса

Примечание: При измерениях использовались стандарты NBS-123, IAEA-S-1. Ошибка измерений в серии равна 0.32 ‰, CDT. Измерения выполнены 25 октября 2013 г.

Как видно, гипсы различного генетического типа (из первичной эвапоритовой толщи и современный криогенный порошокатый гипс) из Кунгурской Ледяной пещеры и из Киндерлинской пещеры контрастно разбились по изотопному составу серы. В криогенной обстановке

не происходит фракционирования изотопов серы, и изотопный состав серы криогенного гипса отвечает таковому в осадочных гипсовых породах карстующейся толщи. Резко контрастные отрицательные значения $\delta^{34}\text{S} \text{‰}$, CDT гипса в Киндерлинской пещере могут свидетельствовать об его бактериальном происхождении, что подтверждает наши представления о его генезисе.



Рис. 13. Новообразованные кристаллы гипса и корка магнезиоферрита и ярозита, образовавшиеся на контакте гипс-ангидритовой породы подпорной стенки со стальной арматурой. Фото К. Худеньких.

Геотехногенные минеральные образования – продукты взаимодействия технических конструкций пещеры с контактирующими с ними минерально-породными комплексами. Примером подобных образований являются формы в кроте Коллизей, на которые обратил внимание сотрудник горной службы Лев Иванов, а показал нам эти формы Константин Худеньких 25 апреля 2013 г. Их внимание привлекли мелкие (1-3 мм) блестящие кристаллы (как гребень), растущие на нижней кромке блока гипс-ангидритовой породы подпорной стенки, контактирующей со стальной арматурой. Ниже соприкосновения породы и арматуры по камню «расплылось» рыжевато-жёлтое пятно новообразованных железистых минеральных фаз (рис. 13).

Блестящие бесцветные кристаллы, как показали данные рентгено-фазового анализа, оказались банальным гипсом (первооткрыватели явно рассчитывали на открытие какой-то новой для пещеры, или необычной минеральной фазы). Но необычное здесь все-таки есть, поскольку эта находка позволила выявить новый геотехногенный тип минеральных образований и наглядно показать, что макрокристаллы гипса растут в пещере и в настоящее время, причем весьма и весьма быстро – в течение нескольких десятков лет, что в сравнении с геологическим временем – лишь мгновение. На контакте гипс-ангидритовой породы с арматурой за счет окисления последней под действием воздуха и конденсационной воды, насыщенной ионами магния, образовалась новая, ранее не встречавшаяся в Кунгурской пещере минеральная фаза – магнезиоферрит MgFe_2O_4 (основные линии на рентгенограмме 2.95, 2.525, 1.612, 1.481 Å). Рыжевато-коричневые корки на поверхности блока гипс-ангидритовой породы сложены, не впервые обнаруженной в пещере, но, безусловно, редкой фазой – ярозитом $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ (основные линии на рентгенограмме 5.09, 3.65, 3.11, 3.08, 2.861, 2.287, 1.977 Å), как продукта взаимодействия дренирующих вод и насыщающихся с одной стороны железом (растворяя стальные конструкции), а с другой – компонентами коренных горных пород.

К **техногенным минеральным образованиям** как продуктам взаимодействия специфической среды пещеры с внесенными туда техногенными (антропогенными) продуктами и материалами относятся, в частности, кальцитовые сталактиты, формирующиеся при растворении цементного раствора, скрепляющего гипс-ангидритовые блоки подпорных стенок и колонн, а также «железистые» сталактиты, растущие при коррозии, растворении и переотложении компонентов металлических конструкций под влиянием конденсационных и дренирующих вод и описанных нами совместно с О.И. Кадебской ранее [4].

В заключении отметим, что Кунгурская пещера, вопреки мнению о простоте её минерального мира, являет собой своеобразную подземную кладовую, углубленные исследования которой принесут еще много новых открытий не только первичных, но и вторичных минералов.

Литература

1. Потапов Д.С., Потапов С.С. Типы минерализации Кунгурской ледяной пещеры // Металлогения древних и современных океанов. Формирование и преобразование месторождений на разновозрастных океанических окраинах. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. – С. 161-162.
2. Потапов Д.С., Потапов С.С. Типы минерализаций Кунгурской ледяной пещеры // Минералогия техногенеза–2005. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. – С. 48-52.
3. Потапов С.С., Паршина Н.В., Потапов Д.С., Кадебская О.И., Сивинских П.Н. Спелеоминералогия (на примере Кунгурской ледяной пещеры) // Теория, история, философия и практика минералогии: Материалы IV Международного минералогического семинара. 17-20 мая 2006 г. – Сыктывкар: Геопринт, 2006. – С. 71-74.
4. Кадебская О.И., Потапов С.С. Техногенные натечные образования в Кунгурской ледяной пещере // Минералогия техногенеза–2006. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. – С. 22-31.
5. Потапов С.С., Паршина Н.В., Кадебская О.И., Сивинских П.Н., Максимович Н.Г. Современное эфемерное минералообразование в Кунгурской ледяной пещере // Уральская минералогическая школа–2006. – Екатеринбург: УГГГУ, 2006. –С. 107-110.
6. Потапов С.С., Паршина Н.В., Максимович Н.Г., Сивинских П.Н., Кадебская О.И. Первая достоверная находка мирабилита в Кунгурской ледяной пещере // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Вып. 10. – Пермь: ПГУ, 2007. – С. 69-75.
7. Potapov S. Blöditite $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – is the first find of ephemeral mineral in Kungur ice cave / Потапов С. Блэдит $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – первая находка эфемерного минерала в Кунгурской ледяной пещере // 3-rd International Workshop on Ice Caves. Kungur Ice Cave. Russia. May 12-17, 2008 / Edited by Stefano Turri. – P. 32-33.
8. Потапов С.С. Эфемеры Кунгурской ледяной пещеры // Горное эхо. Вестник Горного института. 2008. № 1 (31). – С. 49-57.
9. Потапов С.С., Паршина Н.В., Кадебская О.И., Сивинских П.Н., Максимович Н.Г. Эфемерные (сезонные) минералы в Кунгурской ледяной пещере // Пещеры. Сб. научн. тр. – Пермь: ПГУ, 2008. Вып. 31. – С. 112-119.
10. Potapov S. Blodite $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – first discovery of ephemeral mineral in Kungur ice cave. The history of discovery in connection with study of another ephemeral mineral – mirabilite // 3-rd International Workshop on Ice Caves. Kungur Ice Cave. Russia. May 12-17, 2008 / Edited by Olga Kadebskaya. – P. 65-68.
11. Potapov S., Potapov D., Parshina N. On the Kungur ice cave mineralogy // 3-rd International Workshop on Ice Caves. Kungur Ice Cave. Russia. May 12-17, 2008 / Edited by Olga Kadebskaya. – P. 69-73.
12. Потапов С.С. Кунгурская ледяная пещера как природная криолаборатория по синтезу микронных кристаллов гипса // Карстовые процессы: закономерности развития, мониторинг, инженерно-геологические методы исследования. Материалы научно-практической конференции. 15-17 сентября 2010 г. – Кунгур: ГИ УрО РАН, 2010. – С. 135-150.
13. Потапов С.С., Титов А.Т. Криогенные минеральные образования Кунгурской ледяной пещеры. Электронно-микроскопические исследования и связь их образования с микроклиматом // Минералы: строение, свойства, методы исследования. Материалы III Всероссийской молодежной научной конференции. – Екатеринбург – Миасс: УрО РАН, 2011. – С. 48-53.
14. Горбунова К.А., Молоштанова Н.Е., Максимович Н.Г., Яцына И.И. Геохимически изменённые породы и вторичные минеральные образования Кунгурской ледяной пещеры // Кунгурская ледяная пещера. Вып. 1. – Пермь: Пермский университет, 1995. – С. 26-58.
15. Максимович Н.Г., Молоштанова Н.Е., Назарова У.В., Шлыков В.Г. Новообразования мирабилита-тенардита в Кунгурской ледяной пещере // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: Материалы науч. конф. – Пермь: Пермский университет, 1999. Вып. 1. – С. 47-48.

МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ УРОВНЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПЕЩЕРЕ КУЛОГОРСКАЯ-ТРОЯ

С.В. Сорокин^{1,2}, И.В. Сорокина², Н.А. Франц¹

¹ Архангельская спелеологическая ассоциация «Лабиринт»

² Тверской государственный университет

Введение. Кулогорская спелеосистема включает 7 пещер, три из которых образуют крупнейшую в России пещерную систему в гипсах Кулогорская-Троя, с общей длиной исследованных на данный момент ходов в 17,5 км. Комплексные исследования пещер массива в настоящее время проводятся под руководством АСА «Лабиринт» спелеологами Архангельска, Санкт-Петербурга, Москвы, Твери и других городов.

Большое значение для реконструкции истории развития карста региона и для планирования предстоящих экспедиций имеет динамика уровней подземных вод. Однако организация регулярных наблюдений за уровнями воды в пещерах слишком затратна для исследователей-энтузиастов. Поэтому нами было принято решение использовать методы интеллектуального анализа данных для моделирования уровней подземных вод.



Рис. 1. Географическое положение Кулогорского спелеомассива.

Географическое положение и геологические особенности Кулогорского спелеомассива.

Географически Кулогорские пещеры расположены на севере Восточно-Европейской равнины, на водоразделе рек Пинега (приток р. Северная Двина) и Кулой (рис. 1). Климат здесь достаточно суровый, с низкими температурами воздуха и высокой влажностью, количество осадков превышает испарение. Многолетняя среднегодовая температура составляет $+0,2^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков – 560 мм. Самый холодный месяц – январь (средняя многолетняя температура -13°C). Самый теплый месяц – июль (средняя многолетняя температура $+15,4^{\circ}\text{C}$).

Карстолиты Кулогорского спелеомассива представлены гипсами и доломитами нижнепермского возраста. Основной карстующейся породой является гипс, переслаивающийся доломитами

и образующий однородные пласты мощностью от 0,2 до 7 м. Средняя общая мощность перекрывающих отложений над пещерами составляет 20 м.

Поверхность массива носит платообразный характер и очень сильно закарстована: плотность воронок здесь неоднородна и на отдельных участках достигает величин более 10 тыс. штук на km^2 . Наиболее широко распространены суффозионно-просадочные воронки, но встречаются и провальные формы с обнажением скальных пород. Крупные поверхностные карстовые формы представлены небольшими карстовыми логами длиной от 50 до 700 м.

Кулогорский пещерный участок является частью Кулогорского спелеомассива (рис. 2). С западной стороны он имеет четкую естественную границу в виде 20-метрового уступа, являющегося склоном древней эрозионно-ледниковой долины. В начале XX века эта долина была использована для строительства Пинега-Кулойского канала. Южной границей участка является река Пинега, северной – карстовый лог Мельничного ручья. Восточная граница может быть условно определена известными на настоящий момент пределами распространения подземного карста.

Карстовые полости участка широко представлены во всех гидродинамических зонах: вертикальной нисходящей циркуляции (ВНЦ), сезонных колебаний уровней подземных вод (СКУ) и сифонной горизонтальной циркуляции (СГЦ). Проходимыми для человека являются



Рис. 2. Пещеры Кулогорского пещерного участка (Вонга – название одной из проток реки Пинега.)

только горизонтальные каналы, расположенные в зоне СКУ. Все известные естественные входы в пещеры расположены в основании уступа на западной границе пещерного района. Местным базисом эрозии для пещер Кулогорской системы является река Пинега и связанный с нею Пинего-Кулойский канал.

Особенности гидрогеологии Кулогорской пещерной системы. Большой интерес представляет гидрологическая обстановка участка. Все известные пещеры могут быть отнесены к паводково-транзитному типу. В период весеннего паводка (апрель-май) вода из Пинеги через русло Пинего-Кулойского канала заливает высокую пойму в пространстве между Кулогорским уступом и каналом, образуя здесь, всего на несколько дней, одно большое озеро. При этом часть воды из этого временного паводкового водоема через многочисленные поноры в основании уступа, а также через сифонные каналы во впадинах старичных озер, поглощается внутрь карстового массива. Все известные Кулогорские пещеры играют при этом единую роль транзитных гидрогеологических коллекторов, отводящих талые воды от края плато вглубь массива и далее – генеральным направлением на север. Скорость паводковых потоков может быть весьма велика: нами наблюдалось размывание паводком значительных

осыпей и перемещение по пещерным ходам доломитовых плиток размером до 20 x 15 x 5 см, что требует скоростей течения в несколько метров в секунду.

Главной гидрогеологической особенностью Кулогорского спелеомассива является отсутствие выраженного обратного стока паводковых вод после прохождения весеннего пика подтопления. Другими словами, инфильтрационные воды, залившиеся в пещеры со стороны поймы, никогда не выливаются обратно по тем же горизонтальным каналам. Современное состояние изученности механизма постпаводковой меженной разгрузки Кулогорского спелеомассива позволяет сказать, что она происходит в зоне СГЦ за счет медленной горизонтальной фильтрации сквозь толщу рыхлого аллювия в сторону местного базиса эрозии.

В летнюю межень южный рукав реки Пинега часто пересыхает, при этом прекращается поступление Пинежской воды в Пинего-Кулойский канал. Питание канала в такие периоды осуществляется за счёт поступления пещерных вод и поверхностного водосбора. В 2008 и 2009 годах в таких условиях нами были проведены замеры объемов пещерной разгрузки, которая осуществляется путём фильтрации в русло канала. Для этого, нами был измерен расход воды в канале на шлюзе, и определена пропорция пещерных вод. Последнее оказалось возможным сделать с помощью анализа проводимости пещерных и поверхностных вод. Как было установлено в работе [1], электропроводность гипсовых вод прямо пропорциональна содержанию растворённого в воде гипса. Соответственно, для определения пропорции пещерных и поверхностных вод в канале достаточно замерить проводимость пещерных вод, родников с поверхностным питанием и вычислить, в каком отношении они должны быть смешаны для получения

проводимости воды канала. После выполнения расчётов пропорция проверялась экспериментальным путём: пробы воды смешивались в соответствующей пропорции, и проверялась электропроводность полученной смеси.

В таблице 1 показаны результаты измерений и расчётов. Расходы воды в наиболее крупных карстовых источниках района - Южная Калевица и Цирк в этот период не превышают 0.5 л/с, что на два порядка меньше.

Таблица 1

Эксперименты по определению разгрузки пещерной системы в ПКК

Дата	Расход ПКК, м³/с	Процент пещерных вод	Расход пещерных вод в ПКК, м³/с
13.08.2008	0.6	35 %	0.2
18.08.2009	0.9	15 %	0.13

Осенние паводки в реке Пинега и в пещерах гораздо менее полноводны: подъем воды в реке - до 2-3 м, в пещерах - до 1 м. Приток воды в массив происходит в этот период исключительно через каналы зоны СГЦ (подтопление карстовых полостей происходит за счет подъема уровней постоянных подземных водоемов и последующего расширения границ их акватории).

Факторы, определяющие уровни подземных вод. Для определения уровней подземных вод в Кулогорских пещерах можно было бы использовать следующие параметры:

- уровни в реке Пинега и Пинего-Кулойском канале;
- уровни грунтовых вод и уровни старичных озёр на пойме между Пинего-Кулойским каналом и уступом;
- количество атмосферных осадков;
- снеготаяние на плато над пещерами.

Из этих факторов наибольшее значение, на наш взгляд, имеют уровни в реке Пинега и Пинего-Кулойском канале. К сожалению, в связи с тем, что функционирование Пинего-Кулойского канала и шлюза на нём было полностью прекращено в 90-х годах XX века, наблюдения уровней в нём в настоящее время не производится. С другой стороны, на реке Пинега в деревне Кулогоры имеется водомерный пост, данные которого доступны для анализа.

Измерения дефицита влажности почв, проведенных нами в последнее время, показали, что в летнее время дефицит влажности настолько велик, что он практически полностью исключает возможность проникновения дождевой воды в пещеры, кроме исключительных случаев. Влияние на уровень пещерных вод может оказывать снеготаяние, однако имеющиеся в свободном доступе метеорологические данные не позволяют точно определить количество и время высвобождения талых вод. Не прибегая к дополнительным измерениям, мы можем только надеяться, что уровни Пинеги несут достаточно информации об объемах талых вод.

Наблюдения за уровнями озёр на пойме Пинего-Кулойского канала также никогда не производились, поэтому такие данные не доступны для анализа.

Учитывая рассмотренные обстоятельства, мы приняли решение использовать в качестве входной информации для модели только уровни Пинеги, предполагая возможность добавить метеорологическую информацию, если это окажется необходимым.

Поскольку взаимодействие между водами Пинеги и подземными водоёмами пещер осуществляется в основном за счёт фильтрации, то перемещение вод должно определяться законом Дарси (1) [2]:

$$Q = \frac{k\omega\Delta H}{l} \tag{1}$$

где Q – расход фильтрационного потока, ω – поперечное сечение потока, ΔH - перепад высот, l - длина пути фильтрации, k – коэффициент пропорциональности. Однако прямое использование закона Дарси для вычисления уровней подземных вод невозможно по двум причинам: во-первых, для вычисления изменения уровня по расходу необходимо знать площадь поверхности водоёма; во-вторых, проницаемость и размеры порового пространства, связывающего пещерные и поверхностные водоёмы, может существенно различаться на разных уровнях. Известно, что различные пещерные водоёмы Кулогорского спелеомассива имеют

разную динамику падения уровней, что однозначно указывает на то, что второй фактор имеет место в действительности.

В рассматриваемых условиях представляется естественным полагать, что суточное изменение уровня пещерных водоёмов зависит от перепада уровней подземных вод и Пинеги. Поэтому было решено начать с построения модели суточных изменений уровня подземных вод на основании их текущего уровня и перепада с Пинегой. Имея такую модель, можно построить модель динамики уровня подземных вод на длительный период с помощью накопления суточных изменений.

Проведенные вычислительные эксперименты показали, что модель, в которой изменение пещерного уровня происходит с задержкой на один день, показала более высокую точность, чем модель, в которой такая задержка не вводилась.

Исходные данные для создания модели. Для создания модели необходимо было иметь данные, описывающие совместные колебания уровней в реке Пинега и пещерах. Данные по уровням реки Пинега с водомерного поста, находящегося в деревне Кулогоры, доступны на сайте ФГУП Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра [3]. Находящиеся на данном сайте данные содержат незначительное число пропусков. В некоторых случаях имеются очевидные описки, например отметка на одну из дат может отличаться на 1 м от отметок в окружающие дни. Для устранения пропусков и выявленных ошибок мы вычисляли отсутствующие отметки с помощью линейной интерполяции по окружающим значениям.

Замеры уровней подземных вод в Кулогорских пещерах осуществляются силами спелеологов с 1984 года. Однако до последнего времени такие замеры проводились несколько раз в год, что не достаточно для построения модели с использованием рассматриваемой методики. Ежедневные замеры подземных уровней в Кулогорских пещерах доступны с 2008 года, когда мы начали использовать технику цифровой интервальной фотосъемки для фиксации гидрологической обстановки в пещерах в интервалах между экспедициями [4].

Наблюдения уровней с помощью интервальной фотосъемки проводились в пещерах К-4 (Водная) и К-13 (Троя). Однако наибольшее число замеров было выполнено в Подколодезном зале пещеры К-13, поэтому именно эти данные и будут использованы для создания модели. В таблице 2 представлена сводка наблюдений, использованных для создания модели. Данные в период с 14.05.2009 по 18.05.2009 отсутствуют, так как в этот период фотопост находился под водой.

Таблица 2

Периоды накопления данных, использованных для создания модели

№	Начало периода	Конец периода	Число дней
1	12.05.2009	13.05.2009	2
2	19.05.2009	21.05.2009	3
3	24.08.2009	04.01.2010	134
4	17.08.2012	24.03.2013	220
5	06.05.2013	11.06.2013	37
Итого			396

Нечёткий логический вывод. Для создания модели мы использовали машину нечёткого вывода (или нечёткий регулятор) – систему, которая анализирует входные значения в терминах лингвистических переменных и осуществляет вычисления на основе базы нечётких правил. Существуют различные методы нечёткого вывода. Нами была использована система нечёткого вывода Такаги-Сугено [5], в которой правила вывода имеют следующий вид (2):

$$\text{If } x_1 \text{ is } A \text{ and } x_2 \text{ is } B \dots \text{ then } y = f(x_1, x_2), \quad (2)$$

где x_1 и x_2 – входные лингвистические переменные [6], A и B – нечёткие термы, характеризующиеся соответствующими функциями распределения, y – выходная переменная, f – функция от входных переменных, обычно полином 0 или 1 степени. В качестве примера подобного правила с одной входной переменной рассмотрим правило, описывающее силу аэродинамического сопротивления (3):

$$\text{If Скорость is Высокая, then Сила} = k * \text{Скорость}^2, \quad (3)$$

где Скорость – входная лингвистическая переменная, Сила – выходная лингвистическая переменная, Высокая – лингвистический терм. Выходная часть правила представляет собой функцию входной переменной Скорость, которая в данном случае задаётся полиномом 2-ой степени.

Известно, что машина нечёткого вывода может аппроксимировать любую непрерывную функцию с заданной точностью [7].

Для обучения машины нечёткого вывода нами был использован алгоритм ANFIS [8]. Он состоит в последовательной итерации двух шагов. На первом шаге определения оптимальных значений коэффициентов выходных частей правил при фиксированных параметрах нечётких термов с использованием метода наименьших квадратов. На втором – при фиксированных заключениях правил с помощью градиентного спуска подстраиваются параметры термов входных переменных.

Модель уровней подземных вод. Перед обучением машины нечёткого вывода надо задать ряд параметров, таких как число и вид функций принадлежности нечётких термов. Для определения рациональных значений параметров, было проведено большое число вычислительных экспериментов по обучению машин нечёткого вывода с разными параметрами.

В результате обучения была получена модель, которая по уровню подземных вод и реперпаду с р. Пинега, вычисляет суточное изменение уровня воды в пещере. Для проверки качества модели с её помощью проводилось моделирование динамики уровней подземных вод за продолжительный период. Процесс моделирования начинался с установки значений уровня подземных вод на первые два дня периода. Значения на последующие дни вычислялись добавлением суточной разницы, полученной с помощью модели на основе оценки уровня подземных вод и данных гидрографа реки Пинега на предыдущую дату:

$$\text{LevelModel}(1) = L(1),$$

$$\text{LevelModel}(2) = L(2),$$

$$\text{LevelModel}(n + 1) = \text{LevelModel}(n) + \text{ChangeModel}(\text{LevelModel}(n - 1), P(n - 1) - \text{LevelModel}(n - 1), \quad (4)$$

где $\text{LevelModel}(n)$ – модель уровня пещерных вод на n -ый день моделирования, $L(n)$ – реальный уровень подземных вод на n -ый день моделирования, $P(n)$ – уровень реки Пинега, $\text{ChangeModel}(l, d)$ – модель суточного изменения уровня подземных вод.

Во время выбора модели проверка производилась на данных за периоды 3 и 4 (таблица 2). На рисунках 3-5 представлены результаты моделирования уровней подземных вод отобранной моделью на периодах 3-5 соответственно. Левая часть рисунков показывает динамику уровней подземных вод, правая – соответствующие суточные изменения.

Верификация модели на исторических данных. Для проверки качества модели она была использована для реконструкции уровней подземных вод в Подколодезном зале пещеры К-13 в 2007 году, на который доступны 10 замеров, выполненных в разные дни. Моделирование началось с уровня на 01.01.2007. На интервалах между замерами уровень пещерных вод определялся согласно (4). При достижении даты, на которую имелся замер уровня подземных вод, фиксировалась достигнутая на эту дату ошибка, далее моделирование продолжалось с уровня замера.

Результаты моделирования представлены на рисунке 6. Значения ошибок, накопленных во время моделирования на временных интервалах большой длительности, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Ошибки модели на данных 2007 года

Дата	Ошибка (см)	Время моделирования (дни)
23.02.2007	14.9	47
01.04.2007	-7.3	37
13.05.2007	15.1	54
09.08.2007	1.7	78

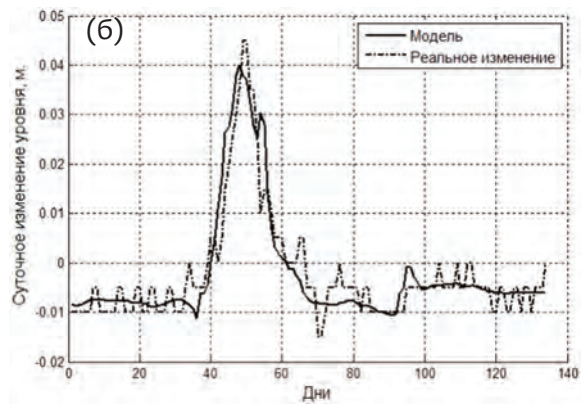
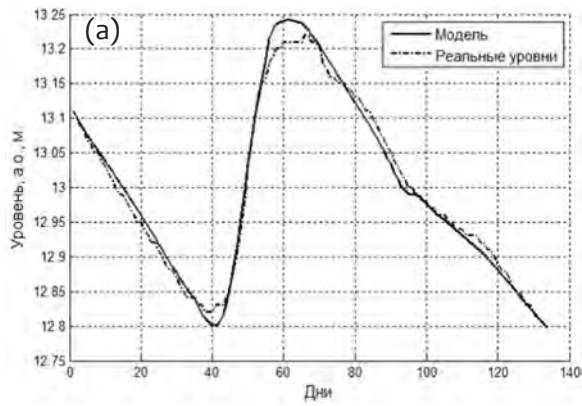


Рис.3. Сравнение модели и реальных данных за период с 17.08.2009 по 04.01.2010: (а) – уровни подземных вод в пещере К-13, (б) – суточное изменение уровня.

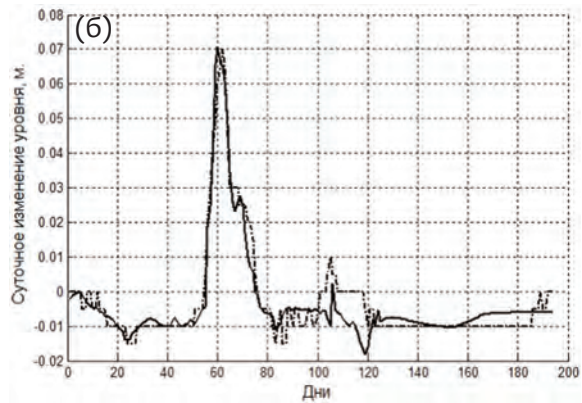
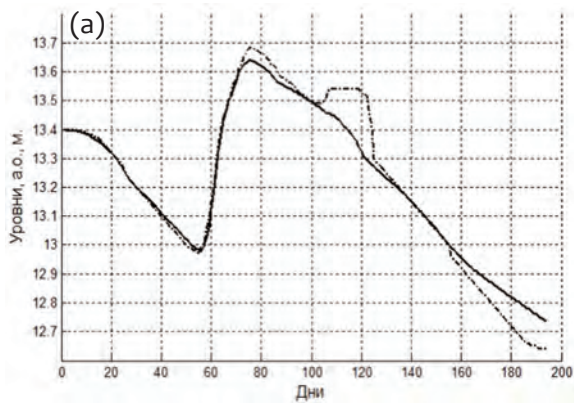


Рис. 4. Сравнение модели и реальных данных за период с 17.08.2009 по 04.01.2010: (а) – уровни подземных вод в пещере К-13, (б) – суточное изменение уровня

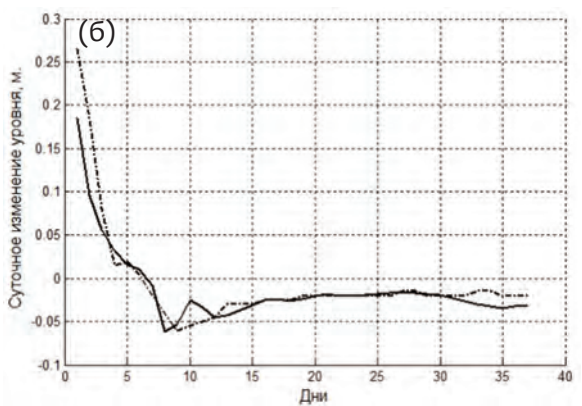
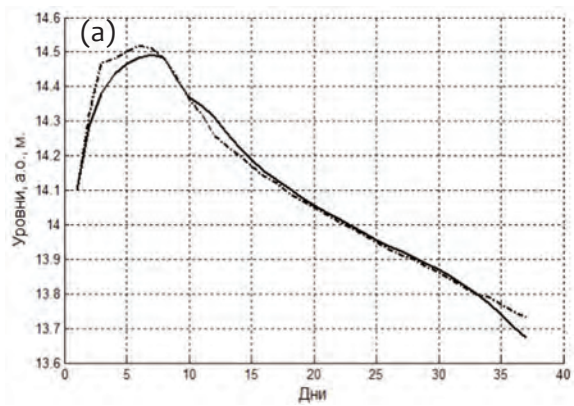


Рис. 5. Сравнение модели и реальных данных за период с 06.05.2013 по 11.06.2013: (а) – уровни подземных вод в пещере К-13, (б) – суточное изменение уровня

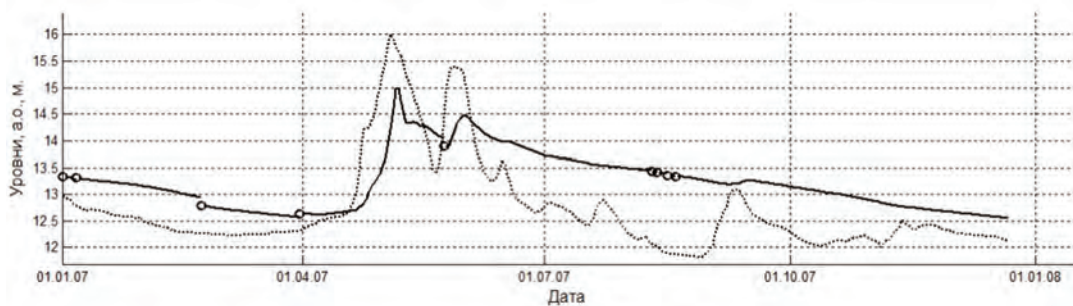


Рис. 6. Модель уровней в пещере К-13 в 2007 году. Кружками показаны имеющиеся замеры уровней; пунктиром – гидрограф реки Пинега.

В случае, если результаты моделирования планируется использовать для проведения дальнейших расчётов, целесообразно распределить ошибки на интервалах, на которых осуществлялось моделирование. При этом величина вносимой поправки пропорциональна времени до соответствующих замеров (5):

$$LevelModel'(n) = LevelModel(n) + \frac{n - n_{prev}}{n_{next} - n_{prev}} (L(n_{next}) - LevelModel(n_{next})), \quad (5)$$

где n_{prev} – день, на который доступен предыдущий замер, n_{next} – день, на который доступен следующий замер, $LevelModel'(n)$ – скорректированное значение уровня подземных вод на n -ый день.

Скорректированная модель уровней на 2007 год показана на рисунке 7.

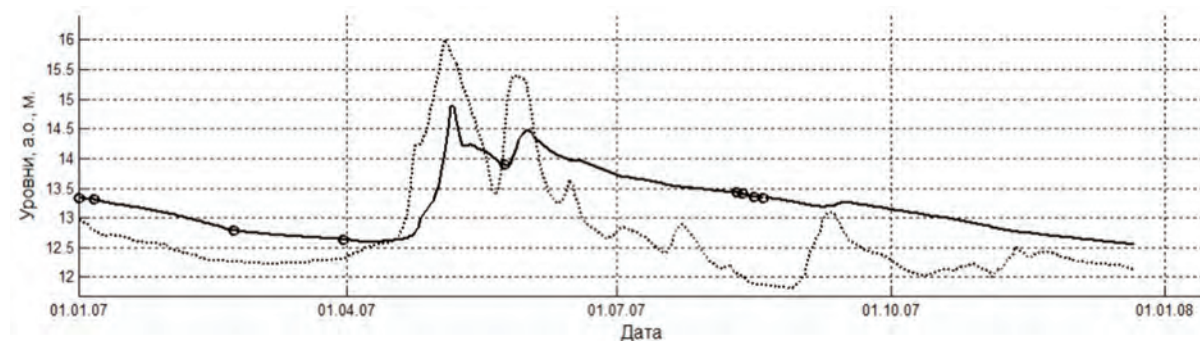


Рис. 7. Модель уровней в пещере К-13 с скорректированной ошибкой, кружками показаны имеющиеся замеры уровней; пунктиром – гидрограф реки Пинега.

Заключение. Используя математический аппарат нечёткого вывода, нам удалось создать модель динамики уровней подземных вод, точность которой представляется достаточной для многих практических применений. Мы планируем использовать данную модель для восстановления гидрографа подземных вод, начиная с 1984 года. Восстановленные таким образом уровни подземных вод могут быть использованы:

- для реконструкции гидрологической обстановки в пещерах в прошлом;
- уточнения оценки скорости карстовой денудации в пещерной системе [9];
- прогнозирования гидрологической обстановки в пещерах перед экспедициями.

Планируется продолжить работу над повышением точности модели. Необходимо отметить, что использованные для создания рассмотренной модели данные не покрывают весь возможный интервал изменения уровней. Чтобы увеличить точность моделирования, планируется адаптировать методы обучения модели для использования разряженных данных, доступных на большой временной срок.

Большой практический интерес также представляет анализ возможности адаптации данной модели для прогнозирования уровней других подземных водоёмов в пределах Кулогорской пещерной системы.

Литература

1. Krawczyk W.E., Ford D.C. Correlating Specific Conductivity with Total Hardness in Gypsum Karst Waters, *Earth Surface Processes and Landforms*, 2006.
2. Darsy A. Les fontaines publiques de la ville de Dijon, Paris, 1856.
3. ФГУП Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра, [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.waterinfo.ru/>.
4. Вяххи И.Э., Сорокин С.В., Франц Н.А. Использование интервальной фотосъемки при мониторинговых исследованиях в Кулогорской пещерной системе, *Пещеры: сб. науч. тр.*, № 34, 2011.
5. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control, *IEEE Trans. Systems, Man, Cybernetics*, pp. 116-132, 1985.
6. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений, М.: Мир, 1976.
7. Kosko B. Fuzzy Systems as Universal Approximators, *IEEE Transactions on Computers*, т. 43,

- № 11, pp. 1329-1333, 1994.
8. Jang J.S. ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system, IEEE Trans. on Systems, Man & Cybernetics, т. 23, № 3, 1993. – pp. 665-685.
 9. Franz N.A., Sorokin S.V., Alexeeva A.E., Inshina I.V., Novysh O., Kazak A. Field Measurements of Gypsum Denudation Rate in Kulogorskaya Cave System, Proceedings of 16th International Congress of Speleology, Brno, 2013.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНДИКАТОРНЫХ ОПЫТОВ И ДВИЖЕНИЕ КАРСТОВЫХ ВОД В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ХИПСТИНСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

А.С. Гусев¹, С.Е. Мазина²

¹Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ им. М.В. Ломоносова, Университетский пр-т 13, Москва 119992, Россия; gusev@sai.msu.ru

²Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Воробьевы горы 1-10, Москва 119991, Россия; conophytum@mail.ru

Введение. Изучение гидрогеологии карстовых массивов является актуальной и важной задачей как с точки зрения геологии, географии, экологии, так и для решения экономических проблем освоения территорий. Особую значимость это представляет для регионов, большую часть территории которых занимают карстующиеся породы.

Важную роль в изучении гидрогеологии карста играет выявление гидродинамических связей между отдельными водосборами в области питания и крупными источниками в области разгрузки [6]. Для этого обычно используются спелеологический и индикаторный методы. Спелеологический метод предусматривает проникновение в глубину массива через карстовые полости. Индикаторный метод заключается в окрашивании водотоков в области питания и поиска выхода окрашенных вод на поверхность в возможных местах разгрузки. Наилучшие результаты достигаются комбинацией двух вышеупомянутых методов.

Целью настоящей работы является изучение направлений и скоростей движения подземных карстовых вод южной части Хипстинского высокогорного карстового массива. Данный массив интересен во многих отношениях. С одной стороны, здесь расположена пещерная система Снежная, дренирующая большую часть массива. Уникальные морфометрические параметры изученной спелеологическими методами системы, наличие в ней двух значительных рек со средним расходом порядка 0,5 м³/с каждая и развитой гидросети позволяют получить гидрометрическим методом новую информацию о подземных водотоках высокогорного карста. С другой стороны, индикаторные опыты, проведенные на массиве, указывают на сложный характер движения подземных водных потоков [2]. В связи с этим, Хипстинский массив представляется авторами хорошим полигоном для изучения гидрогеологии высокогорных карстовых районов.

Объект исследований. Хипстинский высокогорный карстовый массив является составной частью Бзыбского хребта и его южного отрога – хребта Раздельного. Господствующие вершины массива (максимальная высота 2515 м н.у.м.) расположены в его северной части (рис. 1, 2). На юге на высотах 400-500 м над уровнем моря массив граничит с Колхидской низменностью. Массив расположен в горно-лесном (до высоты 1700-1800 м) и горно-луговом почвенно-растительном поясе [2]. В административном отношении он входит в состав Гудаутского района Абхазии.

Естественными границами массива являются в основном реки: Хипста, Решевая, Аапста. Южная граница массива имеет стратиграфический и тектонический характер. С точки зрения стратиграфии она проходит по контакту карстующихся меловых и палеоцен-эоценовых пород с более молодыми олигоцен-неогеновыми отложениями [2]. С точки зрения тектоники границей является Калдахварский сброс [3, 8] (флексура [13], разлом [17]; рис. 1). В данной работе расположение южной границы массива (рис. 2) приведено согласно [2]. С учетом принятых в [2, 15] границ, площадь массива составляет по нашим оценкам 156 км².

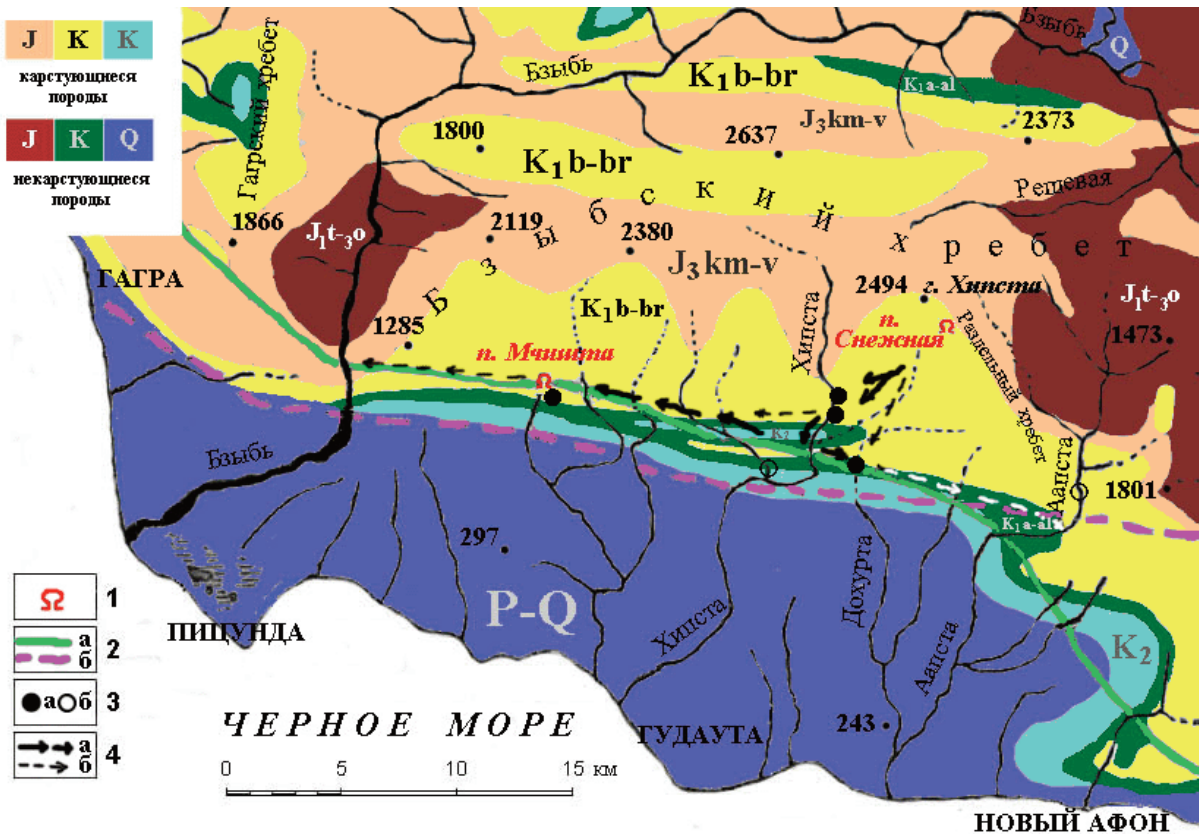


Рис. 1. Геологическая (согласно [1, 5] с дополнениями Б.Р. Мавлюдова) карта района работ. 1 – пещеры; 2 – Калдахварский сброс по данным [13, 17] (а) и [3, 8] (б); 3 – места установки ловушек: (а) – выход красителя был зафиксирован, (б) – выход красителя не был зафиксирован; 4 – вероятные (а) и возможные (б) пути движения подземных вод.

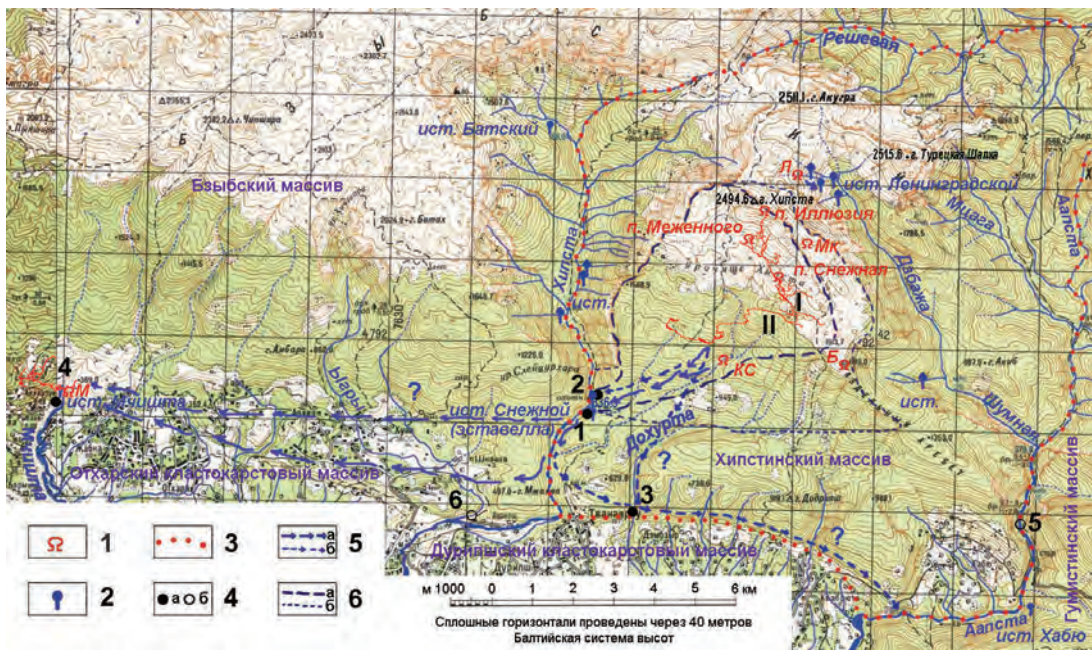


Рис. 2. Карта Хипстинского и юго-восточной части Бзыбского массивов. 1 – пещеры (Б – Божко, КС – Каньон-Самохват, Л – Ленинградская, М – Мчишта, Мк – МиКо); 2 – источники; 3 – границы Хипстинского массива; 4 – места установки ловушек: (а) – выход красителя был зафиксирован, (б) – выход красителя не был зафиксирован; 5 – направления движения подземных вод в межень (а) и в период паводка (б), вопросительными знаками отмечены возможные пути движения; 6 – границы минимальной (а) и максимальной (б) водосборной площади системы Снежная.

В схеме тектонического районирования карста Хипстинский подрайон входит в Гагро-Бзыбский район Гагро-Джавского округа провинции Южного склона Кавказа [10]. Чипширский сброс разделяет массив на северный и южный блоки. К северу от сброса известна пологая синклиналь Акугра, сложенная верхнеюрскими породами [4]. Южный блок несколько приподнят по отношению к северному (на 700 м по данным [9]). Его слагает асимметричная Бзыбская антиклиналь. Северное крыло сложено известняками титона, имеющими довольно крутое падение (50° - 60°), южное – меловыми известняками, полого (25° - 30°) падающими к прибрежной равнине. Южное крыло антиклинали – хребет Раздельный – является моноклиной с падением пластов к югу. В среднем течении р. Хипста, южнее источника Снежной, апт-альбские и верхнемеловые известняки образуют наложенные складки [3, 8]. Долинам рек Хипста и Аапста соответствуют поперечные нарушения [8].

Суммарная мощность карстующихся пород на южном склоне хребта Раздельный превышает 1200 м [2, 15].

В пределах Хипстинского массива по данным Комиссии спелеологии и карстоведения Московского центра Русского географического общества (www.rgo-speleo.ru) известно более 50 пещер, из которых 16 можно отнести к категории крупных (длиной более 1 км и (или) глубиной более 100 м). Особое место занимает пещерная система Снежная, речь о которой пойдет ниже. Большинство крупных карстовых полостей массива расположено в пригребневой части хребта Раздельный и на его южном склоне (рис. 2).

Южная часть Хипстинского массива охватывает территорию южного склона и пригребневую часть хребта Раздельный и примерно соответствует водосборной площади системы Снежная (рис. 2). Далее в работе мы будем, в основном, рассматривать только южную часть массива.

Пещерная система Снежная (рис. 2, 3) располагается на южном склоне хребта Раздельный, который и дренирует. В настоящее время известны три входа в систему - через шахты-поноры Иллюзия (вход на высоте 2389 м над уровнем моря), Меженного (2015 м) и Снежная (1971 м; точность определения составляет 4-5 м).

Морфометрические параметры системы Снежная по состоянию на январь 2014 г.: глубина - 1760 м, протяженность ходов – более 32 км, объем – около 2 млн. м³ (по [2] с учетом новых данных 2005-14 гг.). Она входит в тройку глубочайших пещер мира и является самой длинной карстовой полостью Кавказа.

На формирование как общего плана системы, так и отдельных деталей ее морфологии большое значение оказали тектонические нарушения общекавказского (130° - 310°) и субмеридионального (0° - 180°) направлений и их динамопары (40° - 220° и 90° - 270°) [2, 15, 16]. Самая нижняя часть пещеры, находящаяся после водопада Олимпийского (рис. 3), приурочена к мощной зоне тектонических нарушений. Здесь находятся крупнейшие в системе обвальные залы [16].

Относительно геологических условий заложения системы Снежная единого мнения нет. Авторы [15, 16] считают, что верхняя ее часть заложена в массивных и толстослоистых известняках баррема, а нижняя - в намывных брекчиях валанжинского и готеривского ярусов. Согласно [2], верхняя часть системы Снежной заложена в чистых толстослоистых, местами – брекчиевидных или конгломератовидных известняках и продуктах их разрушения в зонах дробления, а нижняя часть системы использует в основном трещины напластования в толще слоистых известняков, местами переходящих в доломитовую брекчию.

Гидросистема Снежной включает в себя 2 крупных подземных реки, 8 крупных (расход больше 10 л/с) и более 30 мелких притоков. Пещерная река Снежной (Гужва) изучена на протяжении 7 км. Она вытекает из глубокого (>10 м) колодца на глубине 720 м (относительно верхнего входа в систему). На глубине 1740 м река уходит под мощный глыбовый завал. С противоположной стороны под тот же завал втекает такая же крупная Татьяна река, протяженная на протяжении более 1 км.

Меженный расход подземной реки Снежной в донной части оценивается в 150-300 л/с, среднегодовой – около 500 л/с, расход в паводки – более 2000 л/с. Средняя скорость течения реки в межень на горизонтальных участках составляет 0,2 м/с [15]. Меженный расход Новой (Татьяниной) реки оценен в 80-300 л/с.



Рис. 3. Топографический план системы Снежная. Показаны направления течения двух основных рек системы и места выпуска красителя (I, II). Отметки глубин указаны от верхнего входа в систему.

Постоянные поверхностные водотоки в пределах водосборной площади системы Снежная и на платообразных участках массива отсутствуют (рис. 2).

В 1980 г. был обнаружен воклюз, который является одним из выходов вод системы Снежная. Он находится в левом борту ущелья р. Хипста на отметке около 330 м над уровнем моря (рис. 2) [15]. В засушливый период источник работает как поглотитель (т.е. является эставеллой) [14, 18].

Помимо эставеллы Снежной, в пределах массива известно несколько карстовых источников (рис. 2). Небольшой источник известен рядом с Эставеллой; он расположен на левом берегу Хипсты примерно в 100 м выше по течению от Эставеллы. Крупный источник расположен сразу за Эставеллой ниже по течению. Как минимум два прежде не описанных в литературе источника расположено на левом берегу Хипсты в ее среднем течении (в 3-3,5 км севернее Эставеллы; см. рис. 2). Известны источники в верховьях реки Дзбажа и ее нижнем течении (река Шумная). У границ массива известны источники в верховьях реки Бат и в орографически правом борту каньона р. Хипста, дренирующие центральную часть Бзыбского массива, а также пещера-источник Хабю, расположенная в среднем течении р. Аапста и дренирующая северную часть Гумистинского массива [2, 11]. Особую роль играет крупнейший на Кавказе и в бывшем СССР источник Мчишта, расположенный на южном склоне Бзыбского массива на высоте 85 м (рис. 1). Он дренирует значительную часть Бзыбского и Хипстинского массивов; его связь с водами системы Снежная доказана индикаторными методами [18].

История исследований. На Хипстинском массиве в 1973-2011 гг. было проведено несколько индикаторных опытов с целью установления мест разгрузки подземных водотоков

района (табл. 1), в основном – в южной части массива. К сожалению, значительная часть опытов оказалась, по различным причинам, неудачной; результаты ряда опытов оказались необработанными, неопубликованными и потерянными для науки. Наиболее успешный опыт был проведен в августе 1986 г., в результате которого была обнаружена гидрологическая связь между пещерной системой Снежная, эставеллой Снежной и пещерой-источником Мчишта [14, 18]. Отметим также успешные опыты 1973 г. в пещере Ленинградская в северной части массива и 1988 г. в системе Каньон-Самохват в южной части массива.

Таблица 1

Результаты индикаторных опытов на Хипстинском массиве

№	Дата	Место запуска красителя	Краситель	Уровень воды	Места (реки, источники) фиксации красителя	Места (реки, источники), где краситель не был зафиксирован	Скорость потока,	
							км/сут	м/ч
1	июль 1973 г.	п. Снежная	уранин, 3 кг	низкий	-	Аапста, Дзбажа, Мцага	-	-
2	июль 1973 г.	п. Ленинградская	уранин, 2 кг	низкий	Дзбажа	-	0,5	20
3	июнь 1974 г.	п. Снежная	уранин, 18 кг	высокий	Аапста (?)	Хипста, Дзбажа, Шумная, Мцага, Дохурта	-	-
4	май 1975 г.	п. Снежная	?	?	Хипста (?), Дохурта (?)	?	-	-
5а	август 1986 г.	эставелла Снежной	родамин, 0,5 кг	очень низкий	Мчишта	Хипста (выше Эставеллы), Аапста, Хабю	1,3-4,5	55-190
5б		п. Снежная	уранин, 8 кг	низкий	эставелла Снежной, Мчишта		1,7-3,1	70-130
6	август 1988 г.	п. Самохват	?	?	Хипста (выше Эставеллы)	-	?	?
7	август 1992 г.	п. Самохват	?	?	?	?	-	-
8	см. табл. 2							
9а	декабрь 2010 г.	п. Снежная	уранин	высокий	Бзыбь (?), Мчишта (?), Хипста (?), Аапста (?)	?	-	-
9б	январь 2011 г.		уранин, 2 кг				-	-

Тем не менее, проведенные ранее индикаторные опыты показали, что южные части Хипстинского и Бзыбского массивов представляют собой связанные гидрогеологические системы. Промежуточной зоной разгрузки Хипстинского массива является долина р. Хипста. Прохождение красителя из системы Снежная в источник Мчишта плотным «пакетом» (с концентрацией до 300 мг/м³) свидетельствует о существовании хорошо проработанных подрусловых карстовых каналов под долинами рек Хипста и Ыгры [2, 14, 18]. Дополнительно, результаты опытов поставили вопрос о возможности существования разных путей движения подземных вод в межень и паводок [2].

Анализ результатов индикаторных опытов показал, что основными путями подземных потоков из пещер южной части Хипстинского массива являются субширотные нарушения, на пересечении которых с долиной р. Хипста обнаружены мощные источники [2]. По этим же нарушениям происходит отток части подземных вод Хипстинского массива на запад, к источнику Мчишта. Здесь, на южной границе массива, Калдахварский сброс сопровождается мощная зона дробления (ширина до 200 м), в которой блоки известняков имеют различное залегание. На севере эта зона контактирует с блоком меловых известняков, имеющим северное падение. В 350-400 м севернее зоны дробления расположена основная дрена Хипстинского и Бзыбского массивов, ориентированная параллельно Калдахварскому сбросу. Она должна располагаться на стыке двух блоков с противоположным падением известняков, где ожидается наибольшее

раскрытие трещин [2]. К сожалению, в литературе не удалось найти однозначного ответа на вопрос о том, насколько близко к эставелле Снежной проходит основная дрена Хипстинского массива. Согласно разным источникам, диапазон возможных расстояний составляет от 0 до 1,5 км.

Методы исследования. В проведенных индикаторных опытах использовался флуоресцеин натрия химически чистый (Fluka).

Флуоресцеин натрия или Уранин А представляет собой динатриевую соль флуоресцеина, хорошо растворимую в воде с чрезвычайно сильной зеленой флуоресценцией. Флуоресцеин натрия широко используется в промышленности и является безопасным для человека. Краситель официально разрешен к применению СЭС как красящее вещество для определения утечки воды в теплосетях и водоводах, в том числе питьевых. Его можно использовать для трассирования вод без дополнительного подщелачивания раствора. Препарат обычно добавляется в количестве 1-5 г на 1 м³ воды. В проведенном эксперименте количество красителя было снижено до 0,2 г/м³ воды, вследствие изменения методики анализа сорбентов. В результате визуально окрашенные воды на поверхности не появлялись.

Ловушки изготавливались из пластиковой сетки с порами 1-2 мм². Внутри цилиндра из сетки помещали уголь активированный, предварительно обработанный серной кислотой и промытый в проточной воде в течение 10 часов, в центр помещали лиофилизированные бактериальные клетки *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* (препарат Биоспорин-Биофарма, Украина).

Анализ ловушек проводили с помощью микроскопа ЛЮМАМ Из и Leica DM 1000.

Анализ результатов. Индикаторный опыт проведен в зимней экспедиции Клуба спелеологов МГУ 2009-2010 гг.

Ловушки перед экспериментом были 23-25 декабря 2009 г. установлены в пещере Новофонская (озеро Анатолия), на реках Псырцха (в районе Нового Афона), реке Гумиста (Сухум), Бзыбь (Бзыбта) и на реке Решевая. Эти ловушки были сняты 7-8 января. На эставелле (1 на рис. 2), реке Хипста выше эставеллы (2), реке Дохурта (3), источнике Мчишта (4), реке Аапста (5), и реке Ыгри (Абгара, Дурипш, 6) ловушки устанавливались 27.12.2009 г. и менялись каждые два часа. Данные ловушки были окончательно сняты 8.01.2010 г.

Краска была запущена в реку пещеры 28.12.2009 в 3.00 мск на реке за залом Победа (спуск с пятого завала, глубина 710 м относительно входа в п. Снежная; I на рис. 2, 3) и 29.12.2009 в 8.00 мск на реке за залом Ожидания (глубина 850 м; II). Второе окрашивание проводилось в паводок, который начался в ночь с 28.12 на 29.12.2009 г.

Выход краски был обнаружен в источнике Мчишта 31.12.2009 в 16.00, 18.00, 22.00 и 24.00; в эставелле 29.12.2009 в 6.00, в Хипсте 30.12.2009 в 14.00; в Дохурте 30.12.2009 в 22.00.

Результаты проведенного эксперимента представлены в табл. 2. Римскими цифрами I, II обозначены расстояния, времена прохождения красителя и скорости движения воды от Залов Победы и Ожидания, соответственно. Для оценки фактических расстояний до Мчишты и Дохурты использовались два промежуточных пункта: эставелла и место пересечения р. Хипста с Калдахварским сбросом (рис. 1, 2). Фактические расстояния рассчитывались для пройденных участков пещерной реки исходя из данных топосъемки, участков «дно Снежной – эставелла» и «дно Снежной – р. Хипста» - по фактической извилистости системы Снежная (коэффициент 1,8, согласно [14]), участков «эставелла – Калдахварский сброс» и вдоль сброса – по среднему коэффициенту 1,3 для Альпийской складчатой области (согласно [6]). Дополнительно были подсчитаны расстояние и скорость в случае прямого (с коэффициентом 1,3) движения воды из п. Снежная до р. Дохурта. Данные параметры отмечены в табл. 2 наклонным шрифтом. Исключая очевидный случай с эставеллой Снежной, в случаях с пунктами на р. Хипста и р. Дохурта мы предполагаем фиксацию паводковой воды (запуск в зале Ожидания). Для пункта на ист. Мчишта, где выход красителя наблюдался двумя пакетами (хотя и с небольшим интервалом), мы полагаем фиксацию межвенной воды (I) в первом пакете и паводковой (II) – во втором.

Полученные результаты подтверждают в целом результаты опыта 1986 г.

Результаты проведения индикаторного опыта 2009-2010 гг.

Места запуска и фиксации красителя	Время запуска и фиксации	Высота над уровнем моря, м	Расстояние между пунктами запуска и фиксации, км		Время прохождения красителя, часы	Средняя скорость движения воды,	
			по прямой (без учета разницы высот)	фактическое		км/сут	м/ч
зал Победы (I)	28.12-03.00	1260	-	-	-	-	-
зал Ожидания (II)	29.12-08.00	1120	0,9	1,5	-	-	-
эставелла Снежной (1)	29.12-06.00	330	5,6 (I)	10,1 (I)	25-27 (I)	9,4±0,4	390±15
р. Хипста (2)	30.12-14.00	350	4,7 (II)	8,4 (II)	28-30 (II)	7,0±0,2	290±10
р. Дохурта (3)	30.12-22.00	240	5,8 (II)	15,1 (II) 7,6 (II)	36-38 (II)	9,8±0,3 5,0±0,1	410±15 210±5
ист. Мчишта (4)	31.12-16.00	85	18,0 (I)	30,1 (I)	83-85 (I)	8,5±0,2	355±10
	31.12-18.00				85-87 (I)		
	31.12-22.00		17,2 (II)	28,7 (II)	60-62 (II)		
	31.12-24.00				62-64 (II)		

Обсуждение результатов. Наиболее интересным результатом индикаторного опыта зимы 2009-2010 гг. является обнаружение выхода красителя в притоке Аапсты реке Дохурта (в районе ее пересечения Калдахварским сбросом). Полученные данные свидетельствуют о сложном характере движения подземных вод массива. Основным, наиболее вероятным направлением движения карстовых вод системы Снежная является, по нашему мнению, путь «дно Снежной → эставелла Снежной → Калдахварский сброс»; по сбросу основной поток воды идет на запад в направлении Мчишты, а в паводок – и в противоположном восточном направлении на Дохурту и, возможно, Шумную и Аапсту. В наиболее сильные весенние паводки нельзя исключить и возможность движения вод системы Снежная вдоль Калдахварского сброса на запад от Мчишты вплоть до реки Бзыбь. Авторы [2] предположили, что при оттоке воды вдоль Калдахварского сброса возможно ее поступление в пределы массива Арабика с дальнейшей прямой субмаринной разгрузкой. Кроме этого, существует возможность субмаринной разгрузки подземных вод Хипстинского и Бзыбского массива по V типу [7] в аллювий переуглубленной долины р. Бзыбь, а затем – в Черное море [2]. В пользу данной гипотезы свидетельствуют и последние исследования на массиве Арабика [12].

Вероятность оттока части вод пещерной системы Снежная в период паводка в восточном направлении вдоль Калдахварского сброса подтверждается как нашим опытом, так и экспериментом 1974 г. Однако, выход красителя в р. Аапста нами не был зафиксирован. Возможно, это связано с тем, что ловушка была поставлена выше места пересечения реки Аапста с Калдахварским сбросом. Проверка данной гипотезы требует постановки дополнительных экспериментов по трассированию.

Часть вод Снежной поступает в р. Хипста выше эставеллы. По-видимому, этот канал работает только во время паводка. Нельзя исключить и возможность существования прямых каналов «дно Снежной → верховья р. Дохурта» и «дно Снежной → эставелла Снежной → ист. Мчишта». Вероятные и возможные пути движения карстовых вод представлены на рис. 1, 2.

Отметим также экстремально высокую (7-11 км/сут) скорость карстовых вод. Средняя скорость подземных вод массива, зафиксированная в нашем эксперименте, оказалась в 3-4 раза выше, чем в опыте лета 1986 г. [14, 18] и всего лишь в 2 раза ниже средней скорости течения реки Снежной [15].

По нашему мнению, пещерная система Снежная является наиболее значительным, но не единственным источником питания эставеллы Снежной. Наряду с системой Каньон-Самохват, должен существовать целый ряд пещер-поноров – источников питания эставеллы, нахо-

дящихся на различных абсолютных высотах. Возможна и связь эставеллы Снежной с водами основной дрены Хипстинского массива.

Большинство пещер южной части Хипстинского массива, по-видимому, объединяются в единую гидрологическую систему с частичной разгрузкой в источнике-эставелле Снежной и источнике на реке Хипста выше Эставеллы. Гидрологическая система включает в себя как собственно пещерную систему Снежная, так и пещеры, гидрологическая связь которых со Снежной доказана (система Каньон-Самохват), представляется очевидной (например, пещера Сувенир) или возможной (пещеры МиКо, Божко).

Выводы. Результаты индикаторного опыта зимы 2009-2010 гг. подтвердили в целом результаты опыта 1986 г.: разгрузка вод системы Снежная осуществляется в пещеру-источник Мчишта, промежуточной точкой разгрузки является эставелла Снежной. В период паводка дополнительными точками разгрузки являются источник на реке Хипста выше Эставеллы и река Дохурта. Гидрологическая связь вод пещерной системы Снежная с р. Дохурта требует дополнительной проверки.

Средняя скорость подземных вод 7-11 км/сут, зафиксированная в нашем эксперименте, оказалась в 3-4 раза выше, чем в опыте лета 1986 г. и всего лишь в 2 раза ниже средней скорости течения реки Снежной.

Полученные данные свидетельствуют о сложном характере движения подземных вод южной части Хипстинского массива. Основным направлением движения карстовых вод системы Снежная является, по-видимому, путь от дна Снежной через Эставеллу до Калдахварского сброса; вдоль Калдахварского сброса основной поток воды идет на запад в направлении Мчишты, а в паводок – и в противоположном восточном направлении в сторону Аапсты. Существование восточного направления движения карстовых вод системы Снежная вдоль Калдахварского сброса в паводок требует дополнительного подтверждения.

Авторы благодарят Б.Р. Мавлюдова (Институт географии РАН) за полезную дискуссию, А.Л. Шелепина (МЦ РГО, МИРЭА) и участников экспедиций Клуба спелеологов МГУ и Московского центра РГО за помощь в работе.

Литература

1. Букия С.Г., Колосовская О.В., Абамелик Е.М. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Абхазской АССР. – М.: Недра, 1971. – 338 с.
2. Вахрушев Б.А., Дублянский В.Н., Амеличев Г.Н. Карст Бзыбского хребта. Западный Кавказ. – М.: РУДН, 2001. – 165 с.
3. Гамкрелидзе П.Д. Некоторые особенности расположения тектонических зон складчатой системы южного склона Большого Кавказа // Труды геол. ин-та АН Груз. ССР. – Тбилиси, 1959. – С. 391-396.
4. Гигенейшвили Н.М., Табидзе Д.Д. О подземных водосборах Бзыбского карстового массива // Сообщ. АН Груз. ССР, 1970. Т. 60, № 1. – С. 570-579.
5. Гуджабидзе Г.Е. Геологическая карта Грузии. 1:500000. (Под ред. И.П. Гамкрелидзе). – Тбилиси: АО Картография, 2004.
6. Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З. Гидрогеология карста альпийской складчатой области юга СССР. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
7. Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З., Коломиец А.Л. Вертикальная поясность конденсации в трещинно-карстовых коллекторах Западной Грузии // Сообщ. АН Груз. ССР, 1983. Т. 110, № 2. – С. 333-336.
8. Дьяконов А.И., Цагарели А.Л., Маловицкий Я.П. и др. Тектоническая карта западной части Кавказа и прилегающей акватории Черного моря (объяснительная записка). – М.: ВИМС, 1972. – 115 с.
9. Кикнадзе Т.З. Геология, гидрогеология и активность известнякового карста. – Тбилиси: Мецниереба, 1979. – 230 с.
10. Кикнадзе Т.З. Геотектоническое районирование карста Грузии // Пещеры Грузии. – Тбилиси, 1981, № 9. – С. 67-85.

11. Киселев В.Э., Комаров В.А. Пещера Хабю (Абхазия) // Пещеры. – Пермь, 2004. Вып. 29-30. – С. 63-74.
12. Климчук А.Б., Самохин Г.В., Касьян Ю.М. Глубочайшая пещера Мира на массиве Арабика (Западный Кавказ) и ее гидрогеологическое и палеогеографическое значение // Спелеология и карстология. – Симферополь, 2008. № 1. – С. 100-104.
13. Когошвили Л.В. Схематическая карта молодой тектоники Грузинской ССР. – М.: Недра, 1971.
14. Комплексные карстолого-спелеологические исследования и охрана геологической среды Западного Кавказа. (Под ред. В.Н. Дублянского, В.И. Клименко, Б.А. Вахрушева, В.Д. Резвана). – Сочи, 1987. – 124 с.
15. Людковский Г.В., Мавлюдов Б.Р., Морозов А.И. и др. Об исследовании Снежной - глубочайшей карстовой пещеры СССР // ДАН СССР, 1981. Т. 259, № 2. – С. 437-442.
16. Мавлюдов Б.Р., Морозов А.И. Пропасть Снежная // Пещеры. – Пермь, 1984. Вып. 19. – С. 15-25.
17. Тектоническая карта Кавказа. 1:1000000. (Под ред. П.Д. Гамкрелидзе). – М.: МТК, 1974.
18. Тинтилозов З.К., Резван В.Д., Дублянский В.Н., Климчук А.Б. Спелеологические и гидрологические особенности Бзыбского массива // Сообщ. АН Груз. ССР, 1987. Т. 127, № 3. – С. 569-572.

**PRELIMINARY RESULTS OF CHERIC-KEL LAKE COMPLEX INVESTIGATION
BY THE INTERNATIONAL EXPEDITION AT 2011-2012**

U.V. Zhakova¹, G. Badino², V.T. Khmurchik³

¹Science Natural Institute of PSSRU, Perm, ulzhakova@gmail.com

²Turin University, Turin, badino@to.infn.it

³Science Natural Institute of PSSRU, Perm, khmurchik@iegm.ru

In the world there are a lot different karstic lakes which was classifying by composition of bearing strata, by belonging to different hydrodynamic zones, by supply conditions, by thermal regime, mineralization, chemical composition of water. Cheric-Kel' lake is the unique by the some of these parameters. It is concurrently us the several unique native objects: karstic shaft (abyss), karstic spring and naturally, lake. Lake is the extended mouth of ascending spring. Discharge of the spring is quite big – giant, in the world classification.

There are more than 8 millions lakes in the World, more than 2 million in Russia. Total stock of fresh water in the carstic spring are 16 км³. Among Russian lakes Cheric-Kel' has the 7th position.

Table 1

Deepest lakes of Russia

№	Lake	Region	depth, m	area, km ²
1	Baikal	Buryatiya, Irkutsky	1642	31 722
2	Caspian Sea	Dagestan, Kalmykia, Astrakhan	1025	371 000
3	Khantayskoye	Krasnoyarski Kray	420	822
4	Teletskoye	Altai	325	223
5	Kuril'skoe	Kamchatka	316	77
6	Lama	Krasnoyarski Kray	300	318
7	Cheric-Kel'	Kabardino-Balkaria	258	0,0216
8	Ladoga	Karelia	233	18 135
9	Noion-Khol'	Tuva republic	225	52
10	Manyi-Khol'	Tuva republic	180	30,7

The surface area of Blue Lake is quite small in comparison with its depth.

The other deep lakes from this table has not the karstic genesis, so Cheric-Kel' lake is the deepest karstic lake in Russia.

There are a lot of deep karstic lake in the World. The deepest and one of the impressive karstic lake is Crveno Jezero - the largest karst landform in Dinaric mountains and one of the largest sinkholes in whole world. This sinkhole containing a karst lake near the city of Imotski, Croatia. Limestone walls rise over the medium level of this lake 240-260 m tall, dwarfing the forest which grows around it. Total known depth of the sinkhole is approximately 530 m. Width of sinkhole is 450-500 m.

Diameter of the lake is some 200 m. The known depth of lake is 280-290 m. Data about the depth of lake are somewhat controversial, explained - the level of lake may change per 30-50 m.

So Cheric-Kel' and Crveno lakes seasonally fight for priority of the deepest World kastic lake.

It should be noted that Crveno Jezero most likely has been formed by collapse of enormous cave hall, but Cheric-Kel' lake is a spring-lake, most likely not collapsed. Cheric-Kel' Lake is the deepest karstic lake of the World.

There are two genesis hypothesis of Cheric-Kel' Lake: has been formed by collapse; due to dissolution of Limestone by the ascending spring. During international expedition 2012 was studied not only lake but also karst of surrounding. The lake has constant water inflow, there is a small variation of the water surface, temperature and chemical composition. All this facts indicate us that the lake as a spring associated with pressure aquifer. According to cave-divers dates and instrumental deep-water investigation the walls of the lake sinkhole has a negative inclination and the cross-section is conic flask with convex bottom and splay mouth. The cause of this conic form is growth of saturation rate of the rising water, and decrease of water solvent capacity. In the upper part of the lake formed the bell connected with water discharge. There is no significant amount of rock block in the bottom.

Why this lake appeared exactly in this place? There are some facts which helped for this event. The depth of limestone in this zone is 1700 m, so here can appear quit big vertical karstic form. The water-bearing formation of this zone is the most water-abundant in Caucasus folded region, with recharge area in Rocky ridge, and it is also helped for huge karst formation (fig. 1).



Fig. 1. Cheric-Kel' lake from Google Earth

In the tectonic map of Northern Caucasus we can see that the main tectonic fractures (in conformity with water-conductive zone) are parallel to Greater Caucasus Mountain Range.

Almost all big karstic forms and associated with them lakes (Upper Blue lakes, Sekretnoe, Suhoe, Nizhnee) are along the direction of line related with tectonic fractures.

Here there is a discharge zone of strong ascending spring.

Apparently, the Cherek doline widening in the region of Cheric-Kel' lake is connected with depressed tectonic zone crossed by Cherek River.

Let's note other interesting hydrogeological peculiarity of the Cheric-Kel' lake.

Periodically lake has a smell of hydrogen sulfide with different intensity. The divers also pointed to the springs with whitish color of water at the different depth.

Hydrogen sulfide appearance in the water is quite usual in this region. In the hydro geochemical point of view the region has sulfate-calcium mineral sulfide underground water. There are several spring with hydrogen sulfide in the region, including the spring discharging to the Cherek River downstream from Cheric-Kel' Lake. It is interesting the nature of pulsating entering hydrogen sulfide water to the Lake. The limestone massif of Cheric-Kel' Lake is the interchange of water-resistant and water-bearing layers. The discharging throw this layer to the Lake is unevenly and forming complex hydraulic system. In certain circumstance there are conditions for intensive discharge from the hydrogen sulfide saturated layers.

Irregular discharge to reduce to temperature anomaly stratification by the depth and also quite quick change of level (5-10 cm) and discharge of the lake.

The lake bowl stratums has a not regular composition and water content. Due to this facts in the Lakes walls can be karst processes and formed horizontal cave. Further research of this unique object can give us discovery a new underwater cave.

The different natural processes are quite intensive in the karst region - in full view of the people a sinkholes formed, appear and disappear karstic lakes, the discharge of rivers changes by thousands times during short period. The human operation in this dynamic and unstable system can became a reason for activation of negative processes and backwash effect.

The first mention of Blue Lake dates back to 1887-1890 (Dinnik I., 1890). The active geographical investigation of the Blue Lake region started at the beginning of 20th centuries by Shookin I.

Blue Lake was partly studied and described by professor of Petersburg mine institute Ivan Kuznezov in 1926-27. He was awarded a silver medal of Russian Geographical society for this work.

The next exploration was made by expedition of geographical institute of Georgian academy of science in 1980. They made morphological research of the lake (the length is 233 m, width is 146 m), for bathymetry they used portable echo-depth-sounder "Yaz".

During expedition of 2011-2012 was made observation about hydrological regime, mineralogical research of the bedrock and bottom sediments and also microbiological investigation.

Microbiological investigation. Microbiological investigations of natural objects are often based on cultivation technique and so labour- and time-wasting: for example, the determination of the number of chemolithoautotrophic nitrifying bacteria could be as long as three months or longer. As we had not so much time, we present here the preliminary results of our investigations, that is rather quick and less labour-intensive, namely, the number of heterotrophic and ammonifying bacteria in lake water and sediments.

The life and biological processes in lake are determined with landscape and geographical conditions, the main of which are type of soil, plant associations, amount of precipitation. Bacteria are most adapted to unfavourable environment conditions in reservoirs, but quick react on their changes at the same time.

The heterotrophic microorganisms are the important part of the lake ecosystem. They destruct organic matter in water and sediments using it in constructive metabolism and as an energy-source. The cycles of the main biogenic elements – N, P, S, Fe, Mn, Ca etc. – are interrelated to the carbon cycle. So, heterotrophic bacteria take an active part in biogenic elements recycle [1, 2].

The ammonifying bacteria mineralize the proteins of dead hydrobionts releasing NH_4^+ ions into environment. Ammonifying process determines the succession of over bacterial processes of N-cycle: denitrification, nitrification and N_2 -fixation.

The intensity of organic matter destruction is determined with reservoir's type and properties. There is an exchange in metabolites between water column and sediments, so, the organic matter, that not be destructed in water column, enters sediments to be destructed there.

We studied samples of water and sediments elicited from the depth of 40 m below water surface. The number of physiological groups of microorganisms was determined with serial 10-fold dilutions technique using McCrady tables (fig. 2). Medium for heterotrophic bacteria: 10-fold diluted meat-pepton broth plus glucose, 1 g/l. Medium for ammonifying bacteria: 2% peptone plus pH-indi-

cator. All dilutions and media are prepared on mineral salt solution, which roughly corresponds to salt content of lake water [3, 4, 5].

The number of heterotrophic and ammonifying bacteria was not exceed 10 cell/ml. We revealed the same results in subsurface water of $\text{SO}_4\text{-Ca}$ hydrochemical type during winter season. Water of Cheric-Kel' lake is $\text{SO}_4\text{-Ca}$ type too, that can explain the result obtained.

The number of heterotrophic and ammonifying bacteria in lake sediments was several millions cells/g wet weight.

The gas bubbles containing H_2S and other gases and occurring near lakeshore periodically are indicative to anaerobic bacterial processes – sulfate-reduction (H_2S -producing) and, probably, methane-genesis. The content of SO_4^{2-} ions in water and sediments determines which of these processes became dominative one in organic matter destruction. On the other hand, both processes can proceed simultaneously in the presence of SO_4^{2-} ions. So, the analysis of gas bubbles content is needed. The lakeshore's soil is the source of dissolved organic matter filtering to lake water through the soil column [6].

Hydrological investigation. The shape of Cheric-Kel' effluent gives a very clear clue to understand the lake hydrological regime: the water flux is closed in a double conduit.

This means that the floods are never too heavy, and that the water circuits are at high impedance, then not in large karstic conduits. This is also confirmed by our measures. A discharge of $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ after a long period of temperatures below 0°C means that hydrological circuit continues to drain with a very big time delay (delayed component of water flow) (Fig. 3).



Fig. 2. Microbiological inoculation.



Fig 3. Hydrologic section at the point of Cheric-Kel' lake discharge.

We can compare with another important spring, at the same latitude, the Fontaine de Vaucluse, which is well known to drains water from deep karst, with low impedance. The average discharge is $20 \text{ m}^3/\text{s}$, the maximum exceed 5 times this figure, and the historical minimum has been $3.7 \text{ m}^3/\text{s}$ [7].

Local inhabitants said us that at the maximum discharge, few hours after big storms, the water level could rise up to the top of small bridge in front of effluent (section A) a total discharge that probably does not exceed $10 \text{ m}^3/\text{s}$, for a little more than one hour, then a total flux not exceeding 105 m^3 .

Considering typical summer heavy storm rain precipitation ($0.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ in an hour), we have that these floods are due to rains above an area of 0.5 km^2 , that is the lake itself and immediate surroundings, including Dry Lake but excluding the region South of lake which surely drains directly in Cherek River. This a fast but small component of water flux (prompt component of water flow).

The average yearly temperature in Mineralnye Vody is 9.5°C at an altitude of 314 m, and that of Piatigorsk (512 m asl) is 8.6°C (www.worldclimate.com).

The expected average temperature in Babugent (820 m asl) is then $6\text{-}6.5^\circ\text{C}$. In a first approximation the water springs fedded by local water infiltration (same altitude) has to have a similar temperature, or lower if the feeding water infiltrates at higher altitudes.

Therefore actual lake temperature looks higher than expected, but a big correction has to be done.

The precipitation are highly concentrated during warm periods (see graphic) and the region is covered by snow for a significant part of the year, and then there is no infiltration during winter, when the air is significantly below zero centigrade.

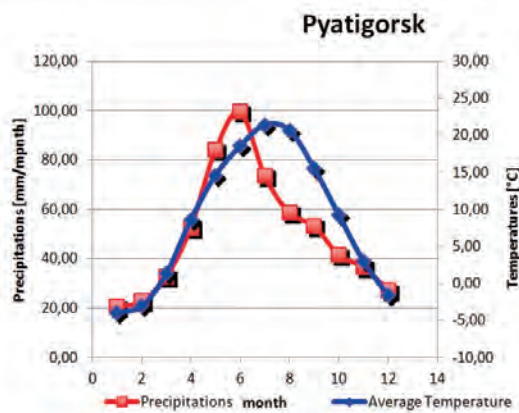


Fig. 4. Average temperature and precipitation per month by the data of Pyatigorsk meteorostation.

The atmospheric average temperature, and then that of precipitations, decrease of 6.5 °C per kilometre of altitude rise. During its flow underground the water temperature increases of 2.5-3 °C per kilometre of descent. Let us consider a spring at altitude A, where it outflows water caught at an altitude ΔH higher than A. The local infiltration temperature at A is T_A , but the spring water was caught at $(T_A - 6.5 \cdot \Delta H)$ and heated of $(2.5 \cdot \Delta H)$ along the underground flow, then it results $(4 \cdot \Delta H)$ degrees cooler than T_A .

In our case the infiltration temperature T_A at the lake is 11 °C. The lake temperature at -50 m was 7.4 °C in June 1980, a temperature difference of 3.6 °C, which correspond to an average altitude difference between catchment area and lake of 900 m.



Fig. 5. The cross-section of concretion.

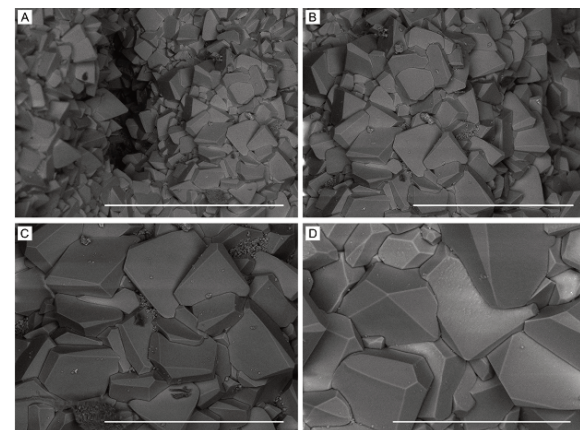


Fig. 6. The flat columnaris crystal of calcsite with combination pinakoid and rhombohedron inside split and pores of concretion. By HITACHI TM 3000, 75 kV Scale bars: A)500um; B)300um; C)200um; D)100um

In fact we have not included in this estimation the thermal sedimentation inside the lake – water temperature at -125 m was 8.7 °C, which corresponds to a $\Delta H=600$ m, which is probably due to its morphology and different feeds, and above all the fact that the water is likely heated by geothermal energy flux, a fact that would increase the ΔH estimate. In any case, if there are no local large anomalies in geothermal flux, we can estimate that the average altitude of catchment basin is around 1600-1800 m asl.

Mineralogical investigation. Two samples were taken. The first is stalactite from the wall on depth 60 m. The second one is concretion from the slope on depth 40 m. The first sample is looks like f stalactite but in fact it is concretion. It is composed of consistent close-grain aggregation. The external edge of this concretion (thickness is near 5 mm) is consist of cavernous aggregate calcite. Inside of concretion there are cracks and pores with flat columnaris crystal of calsite with combination pinakoid and rhombohedron, which are formed by offset clayey – dolomite pelitomorphic material.

In the thin section it is possible to see two zones (fig. 7). The fist is composed of fine-grain white limpid calcite crystals. Then the zone enriched with detritus material. This zone contain the foraminiferan shells (diam 0,2 мм). Calcite in the detritus zone is pelitomorfic.

The second samle is concretion of septarium (Fig.8). Probably were formed by the ammonite shell. The shape of sample is spheric. Such characteristic of shap allow us to say that concretion are formed at the diagenesis stage on the ductile substratum – limestone «gruel» with clayey pelitomorphic material. Due to karstic process concretion was leaching and transformed.

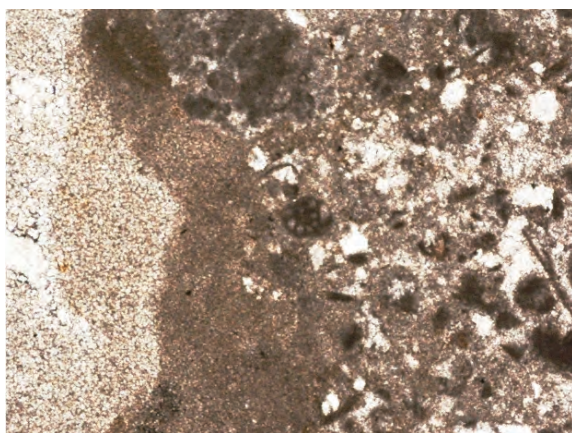


Fig. 7. The zone enriched with detritus material with foraminiferan shells.



Fig. 8. Concretion of septarium.

In future we are planning to reveal genesis of the Lake, formation of natural laws, contemporary situation and characteristics of interaction with the components of environment, dynamics and chemical regime of water, using modern techniques and methods.

We'll made a model (using cartografical, graphical, mathematical modeling) of unique karstic spring, which then can be useful for development a new methods of protection underground water of karstic region and also like the scientific basis for efficient using and guarding of unique karstic object.

Literature

1. Аникиев В.В., Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. – М., Просвещение, 1983. – 127 с.
2. Кузнецов И.Г. Озеро Церик-кель и другие формы карста в известняках Скалистого хребта на Северном Кавказе // Изв. гос. русск. геогр. общества -1928. – Т. LX. – Вып. 2. – С. 245-293.
3. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. – М., Наука, 1989. – 288 с.
4. Кузнецов С.И., Саралов А.И., Назина Т.Н. Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах. – М., Наука, 1985. – 213 с.
5. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. – Л., Наука, 1985. – 295 с.
6. Хмурчик В.Т. Бактериальная активность и физиологические группы микроорганизмов цикла азота в подземных водах Пермского Прикамья. – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Пермь, 1997. – 23 с.
7. The karst system of the Fontaine de Vaucluse, Blavoux, Mudry, Puig
<http://www.springerlink.com/content/x621x13781m358l2/>

8. Stankeev, E.A. (1986) Genetic mineralogy.
9. Stepanov, V.I. (1998): Structures and textures of mineral aggregates, which form in the free space of caves. Speleology in Russia. Vol. 1, Moscow, pp. 70-91.

КАРСТОВЫЕ ОЗЕРА ТИМАНА – ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т.П. Митюшева¹, Е.Н. Патова², А.С. Стенина², Ю.Н. Шабалина³, Т.М. Семенова⁴

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54;

²Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28;

³Сыктывкарский государственный университет, г. Сыктывкар, ул. Петрозаводская, 122;

⁴Ухтинский городской комитет по охране окружающей среды, г. Ухта, ул. Юбилейная, 14

Исследованные карстовые озера располагаются на восточном склоне Тиманского кряжа в долине реки Тобысь (бассейн р. Ижма) в 40 км юго-западнее г. Ухта и в 15 от жд. ст. Тобысь (рис. 1). Для сохранения карстовых водоемов создан региональный (республиканский) водный памятник природы «Параськины озера» площадью 18.2 га. Особо охраняемая природная территория (ООПТ) учреждена постановлением Совета Министров Коми АССР от 26 сентября 1989 г. № 193. ООПТ «Параськины озера» включает три озера, которые представляют собой карстовые воронки большого размера, заполненные водой (рис. 1).

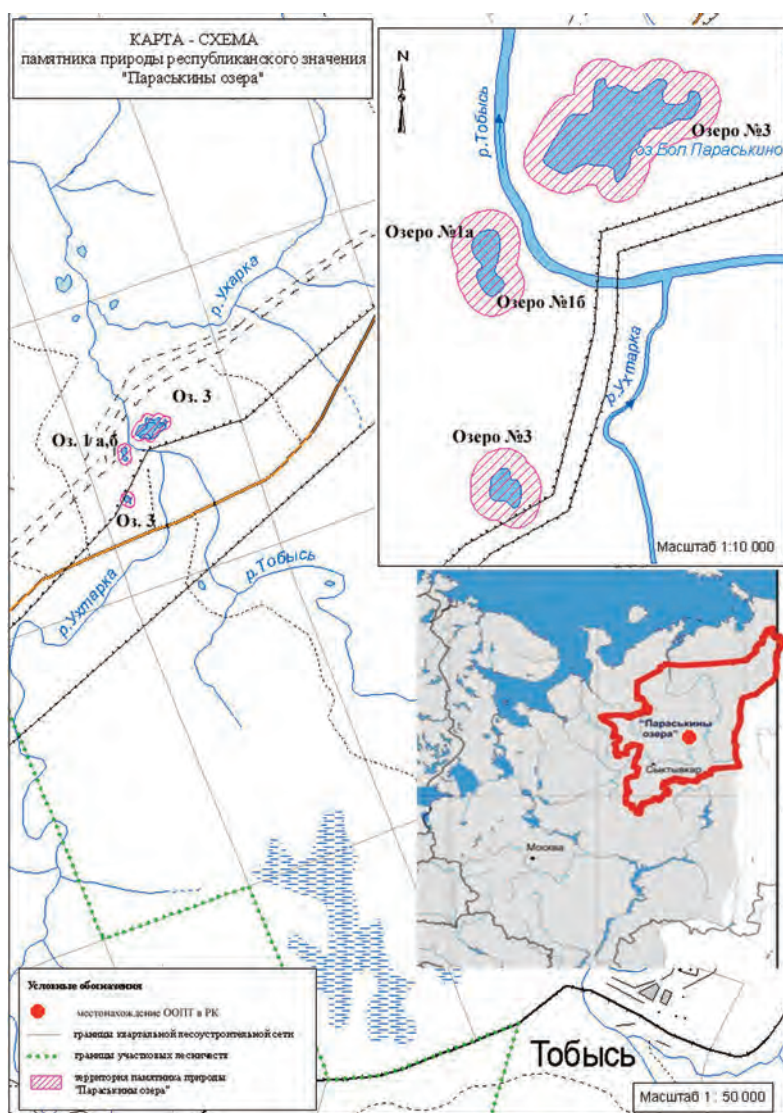


Рис. 1. Карта-схема расположения водного памятника природы «Параськины озера»

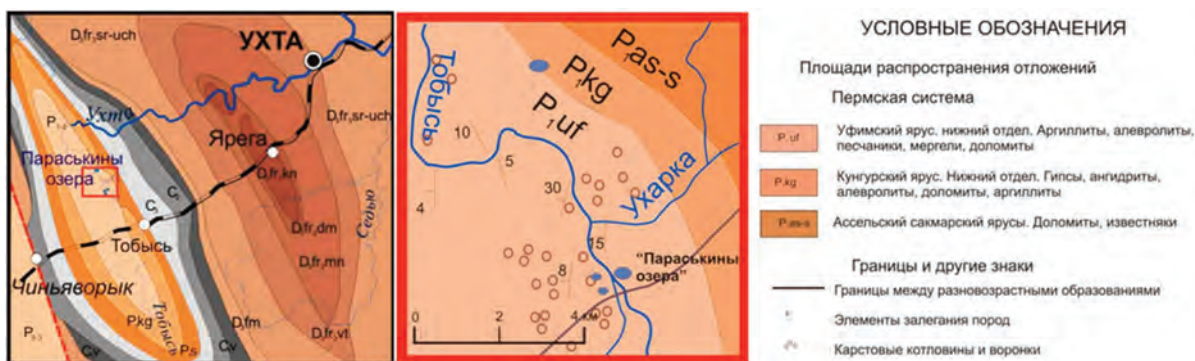


Рис. 2. Геологическая карта района ООПТ «Параськины озера»: а – Южного Тимана и прилегающих территорий [9], б – фрагмент карты увеличенного масштаба [3].

Нижнепермские ассельско-сакмарские, кунгурские и уфимские отложения (рис. 2б) представлены терригенно-карбонатными и сульфатными образованиями, залегающими под небольшим четвертичным покровом или выходящими на поверхность в долинах рек Ухта, Тобысь, Ухтарка и др. Отложения перми, выполняющие центральную часть Тобысской впадины, во многих местах собраны в пологие антиклинальные и синклинальные складки, часто ассиметричные, с размахом крыльев около 30-40 м (рис. 2б) [3, 9].

Нижнепермские ассельско-сакмарские, кунгурские и уфимские отложения (рис. 2б) представлены терригенно-карбонатными и сульфатными образованиями, залегающими под небольшим четвертичным покровом или выходящими на поверхность в долинах рек Ухта, Тобысь, Ухтарка и др. [3, 9].

Отложения ассельского и сакмарских ярусов ($P_{1,as-s}$) сильно выщелоченные, трещиноватые доломиты и известняки с прослоями глин в нижней части. Мощность отложений 120-130 м.

В разрезе кунгурских отложений ($P_{1,kg}$) (мощность до 143 м) ведущее место занимают гипсы (розовые, белые) и ангидриты (голубые, зеленые), в подчиненном количестве развиты глины, известняки, песчаники. Мощность прослоев гипсов и ангидритов 15-20 м. Известняки в различной степени доломитизированные и доломиты образуют линзовидные, выклинивающиеся прослои (мощностью до 4.5 м) среди глин и алевролитов.

Общая геологическая характеристика района. В тектоническом отношении район исследования находится в пределах Тобысского прогиба Восточно-Тиманского мегавала Тиманской антеклизы [3, 9, 10] (рис. 2а).

Отложения уфимского яруса ($P_{1,uf}$) представлены лагунно-континентальной карбонатно-терригенной красноцветной толщей с редкими прослоями сероцветных осадков. Доломиты и доломитизированные известняки встречаются в виде линзовидных прослоев среди аргиллитов и мергелей, окрашены в белый, серый реже красный цвет (характерно пятнистое распределение окраски). В отдельных прослоях породы сидеритизированы, лимонитизированы и содержат до 20–25% алевролитистого материала. Мергели (мощностью от 0,4 до 5-7 м) плотные, массивные красного цвета, неравномерно перекристаллизованы, фосфатистые связаны постепенными переходами с алевролитами, аргиллитами и доломитами.

Подземные воды, распространенные в толщах уфимских и кунгурских отложений ($P_{1,kg}-P_{1,uf}$) ввиду отсутствия выдержанных водоупоров, представляют единый гидравлически связанный водоносный комплекс (мощностью до 890 м), включающий водоносные горизонты, приуроченные к линзовидным прослоям песчаников, мергелей, доломитов, известняков и ангидритов [2, 10]. По характеру циркуляции воды пластово-трещинные, трещинно-карстовые напорные (до 200 м), с дебитами от 0.08-0.2 до 3.1-18.0 л/с. Воды этого комплекса принимают активное участие в выщелачивании гипсов, ангидритов, трещиноватых мергелей, известняков и образовании карстовых воронок. В районах распространения терригенно-карбонатно-суль-

фатных толщ кунгура подземные воды имеют $\text{HCO}_3\text{-SO}_4$ Ca–Mg состав, на других площадях воды пресные, $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ (или Ca–Mg, Ca–Na).

Карст. В соответствии со схемой районирования карста Русской равнины [13] данная территория входит в Тиманскую карстовую провинцию Тимано-Печорской карстовой области. Водный памятник природы «Параськины озера» принадлежат Ухтинскому карстовому району, который характеризуется широким распространением карста в карбонатных и сульфатных породах пермского-каменноугольного и девонского возраста. Карстовые ландшафты характерны для р. Тобысь, Седью, Ухта и их притоков, где гипсовые породы отличаются неглубоким залеганием. Многочисленные воронки создают здесь корытообразную реликтовую долину рек.

Карстовые процессы на Среднем и Южном Тимане мало изучены, в отличие от хорошо изученных ближайших районов западного Притиманья (Беломорско-Кулойского региона и Пинежья в Архангельской области). Целенаправленное изучение карста до 1970-х годов не проводилось, все данные о карстовых явлениях получены попутно при выполнении других работ. Проявления карстовых процессов по р. Тобысь (ранее Тобыш) отмечены в исследованиях И.Н. Стрижова (1933) и В.В. Благовещенского (1935), посвященных изучению геологии района. И.Н. Стрижов (1933) связывал образование карстовых воронок с выщелачиванием гипсов из кунгурских отложений. Проявления карста данного района охарактеризованы В.М. Пачуковским и др. (1965), Л.П. Воловик и др. (1969), Т.И. Петровой и В.Ф. Лапицкой (1973) в процессе геологических и гидрогеологических съемочных работ. Особая заслуга в планомерном углубленном исследовании карста Тимана принадлежит сотрудникам Казанского университета Н.П. Торсуеву и др. (1972, 1974, 1975, 1985 и др.). Изучению карста европейского северо-востока России были посвящены работы Г.П. Лысенина (1981, 1997, 2000, 2010).

В результате этих исследований было установлено, что процессы карстообразования в пределах Тобысского прогиба Тимана наблюдаются на участках, где галогенные образования выходят непосредственно на поверхность или перекрыты маломощным (до 3-8 м) покровом четвертичных образований. По структурно-геоморфологическому признаку было выделено два вида карста: эрозионный карст и карст водораздельных пространств. Эрозионный карст (воронки, ниши, пещеры) приурочен к современным и древним долинам рек (установлен на рр. Тобысь и Ухтарка), активность карста связана как с поверхностными и подземными водами (сезонными колебаниями уровня вод). Карст водораздельных пространств (поля карстовых воронок, провальные карстовые котловины) наиболее развит в области активного водообмена, в зоне движения подземных вод к разнонаправленным речным долинам. Н.П. Торсуев отмечал, что левобережье р. Тобысь сильно пораженном карстом, и кроме обычных воронок встречены провалы глубиной 20-30 м с отвесными стенками, в которых обнажаются гипсы и ангидриты.

Карстовые воронки в данном районе встречаются чаще всего в виде цепочек или одиночных форм. Воронки, по классификации Г.А. Максимовича (1963), относятся к группе коррозионно-просадочных или коррозионно-провальных форм закрытого карста. По внешнему виду карстовые воронки обычно круглые правильной формы, размеры от 1-4 до 20-25 м в диаметре с поверхности и от 2 до 10 м – по дну. Глубина воронок колеблется от 1 до 20 м, углы склонов 40-50°. Днища воронок заболочены или залиты водой. Встречаются сложные фистончатые формы (например, озера Восьмерка, Кауфмана) – несколько (до 25-30) соединенных вместе карстовых воронок, различной глубины. Озера 3 – Большое Параськино и 1а – Восьмерка наиболее глубокие из исследованных озер, представляют собой коррозионно-провальные воронки.

Характеристика карстовых озер. Немногочисленные, проведенные ранее, исследования в бассейне реки Тобысь выявили значительное разнообразие расположенных здесь карстовых озер по химическому составу вод и биотическим составляющим. Каждое из озер представляет собой уникальную экосистему с особым сочетанием абиотических и биотических факторов, сформировавшихся в течение длительного времени под влиянием карстовых процессов.

В настоящей работе приведены результаты исследования ООПТ «Параськины озера», проведенные в 2007-2013 гг. сотрудниками Институтов биологии и геологии Коми НЦ УрО РАН. Изучены особенности химического состава вод, а также различные группы гидробионтов. Пробы из озер отобраны в межень в июле-августе 2007-2013 гг.

Озеро 1 (условное название – Восьмерка) сточное, неправильной формы, без островов (рис. 1, табл. 1). Представляет собой объединенные мелководными перешейками карстовые воронки. Дно илистое. Воды прозрачные, бирюзовые.

Озеро 2 (Кауфмана) состоит из нескольких воронок и имеет форму бабочки. Вода прозрачная, бирюзовая. Гидрохимический состав не исследовался.

Озеро 3 (Большое Параськино) сточное, овальной формы (около 450 x 256 м) состоит из несколько слившихся воронок (рис. 1, табл. 1), расположено в лесном массиве. Это наиболее глубокое (17,8 м) из озер, в период половодья имеет связь с рекой Тобысь. Вода прозрачная (до 6.6 м), желтоватая. Дно песчаное, с обломками светло-серых карбонатов.

В пределах памятника природы находятся также небольшие карстовые озера глубиной от 3 до 15-20 м.

Воды озер незначительно различаются по анионному составу ($\text{HCO}_3\text{-SO}_4$ или $\text{SO}_4\text{-HCO}_3$) при неизменном преобладающем кальциевом составе (табл. 2). Такой химический состав вод является отличительной особенностью водных объектов Тиманского кряжа в зоне развития терригенно-карбонатных и сульфатных пермских отложений. Воды реки Тобысь также характеризуется преобладанием сульфатного иона в период зимней и летней межени и $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ (или $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$) в период весеннего и осеннего половодья воды [2, 10]. Поступление сульфатов в воды происходит за счет выщелачивания гипсов и ангидритов из кунгурских отложений перми, сидеритов из уфимских пород.

Таблица 1

Характеристика озер, входящих в водный памятник природы «Параськины озера»

Параметры		Озеро 1	Озеро 1а	Озеро 3
Координаты	N	63°20'05.2"	63°20'05.1"	63°20'15.8"
	E	52°55'55.4"	52°55'55.3"	52°56'21.8"
Альтитуда, м		124	124	120
Размеры, м		250 x 115	200 x 80	450 x 256
Глубина, м	максимальная	8,9	16,8	17,8
	средняя	6-7	15-16	10-13
	у берегов	4	3-4	0,5-2
Прозрачность, м		3	5,5	6,6
t, °C	с поверхности	12,2	7,3	14,9
	/глубина замера, м	11,1/8	6,0/15	7,9/6 1,2/14
pH	с поверхности	8,78	8,41	8,4
	/глубина замера, м	7,86/8	7,68-7,71/15	8.26/6 7,76/14
Электропроводность, $\mu\text{S}/\text{cm}$	с поверхности	623	665	457
	/глубина замера, м	673/8	2095-2102/15	1193/6 1550/14
Минерализация, ppm	с поверхности	323	340	236-240
	/глубина замера, м	349/8	1090/15	620/6 806/14
Запах воды, отобранной с глубины		сильный запах сероводорода	сильный запах сероводорода	легкий запах сероводорода
Макрофиты		хара, зеленые мхи и др.	хара, зеленые мхи и др.	зеленые мхи, рдесты и др.

По степени минерализации водоемы являются пресными с поверхности (сумма ионов составляет 0,24–0,34 г/л) с повышением солёности на глубинах (до 1.1 г/л – оз. 1 а) (табл. 2). С глубиной наблюдается увеличение содержаний макро- и микрокомпонентов при снижении температуры и величины рН, что отражает субаквальную разгрузку минерализованных подземных вод.

Величина рН среды во всех водоемах, измеренная непосредственно in situ характеризуется как щелочная, в лабораторных условиях при потере газовой составляющей вода приобретает нейтральную реакцию. У всех обследованных озёр в пробах воды с глубины отмечен сильный запах сероводорода.

Отмечено повышенное, но не превышающее предельно допустимых концентраций для пресных вод содержание тяжелых металлов (в мкг/л): меди (0,1-0,65), цинка (0,8-3,1), свинца (0,04-0,33), никеля (0,09-0,85), марганца (0,44-3,1), хром (0,43-0,70) и др. Особо подчеркнем повышенные содержания стронция (табл. 2), воды озёр значительно обогащены им на глубине (до 3,1 мг/л). Малое количество фосфора (0,005-0,15 мг/л) в воде всех исследованных объектов – обычное явление для северных районов. Содержание такого биогенного элемента как кремний в стоячих водоемах, как правило, невелико (в основном 1-3 мг/л).

В водах исследованных озёр с глубиной наблюдается накопление кремния, достигающее 10.1 мг/л (в оз. № 1 а). Источником этих элементов в основном являются подземные воды, мигрирующие к зоне разгрузки – р. Тобысь, и по зонам трещиноватости в виде восходящих источников, питающие карстовые озера. Железо, также являющееся элементом необходимым для жизнедеятельности растений, в высоких концентрациях представлено в водах болот и водоемах, испытывающих их влияние. Вероятно, сток этих обогащенных железом вод поступает в верхний слой вод карстовых озёр (13-68 мкг/л), с глубиной концентрация уменьшается до 6-8 мкг/л.

Таблица 2

Химический состав вод озёр памятника природы «Параськины озера»

Наименование озёр	Озеро 1 «Восьмерка»			Озеро 3 «Большое Параськино»		
	1 (поверхность)	1 а (поверхность)	1 а (глубина 15 м)	Поверхность	глубина 10 м	
ЕС, мСм	793	799	1728	739	1482	
рН	7,28	7,72	7,2	7,69	6,94	
Компоненты, мг/л	NH ₄ ⁺	–	0,01	0,78	0,013	1,34
	Na ⁺	5,5	5,5	6,9	5,6	6,3
	Ca ²⁺	107	110	298	73	247
	Mg ²⁺	13,2	13,5	22,7	10,1	26,4
	Fe _{общ}	0,013	0,013	0,008	0,068	0,006
	Sr ²⁺	1,34	1,37	2,89	0,69	3,1
	Cl ⁻	0,23	0,78	1,4	0,52	1,56
	SO ₄ ²⁻	82	115	197	97	191
	HCO ₃ ⁻	124	139	159	88	128
	Si	6,5	7,6	10,1	3,3	9,8
	P	0,09	0,017	0,005	0,013	0,15
Формула химического состава вод	$\frac{\text{HCO}_3 \ 54 \ \text{SO}_4 \ 46}{\text{M}_{0,3} \ \text{Ca} \ 80 \ \text{Mg} \ 16 \ \text{Na} \ 4}$	$\frac{\text{SO}_4 \ 51 \ \text{HCO}_3 \ 49}{\text{M}_{0,3} \ \text{Ca} \ 80 \ \text{Mg} \ 16 \ \text{Na} \ 3}$	$\frac{\text{SO}_4 \ 61 \ \text{HCO}_3 \ 38}{\text{M}_{1,1} \ \text{Ca} \ 87 \ \text{Mg} \ 11 \ \text{Na} \ 2}$	$\frac{\text{SO}_4 \ 58 \ \text{HCO}_3 \ 41}{\text{M}_{0,3} \ \text{Ca} \ 77 \ \text{Mg} \ 18 \ \text{Na} \ 5}$	$\frac{\text{SO}_4 \ 65 \ \text{HCO}_3 \ 34}{\text{M}_{0,8} \ \text{Ca} \ 83 \ \text{Mg} \ 15 \ \text{Na} \ 2}$	

Инвентаризация биоразнообразия показала, что озера имеют высокую природоохранную ценность [1]. Для данных водоемов выявлено высокое разнообразие гидробионтов. Обнаружены новые виды водорослей, уникальные для европейского северо-востока России [11]. В исследованных водоемах выявлено 406 видов водорослей (437 с учетом разновидностей и форм), которые относятся к 141 роду, 66 семействам, 32 порядкам, 12 классам и восьми отделам. Анализ систематической структуры альгофлоры показал, что большинство водорослей относятся к отряду диатомовых, составляющих 71%. Преобладание их по количеству таксонов разного ранга отражает северное положение исследованных водоемов, для которых данная группа обычно указывается в числе ведущих по разнообразию. Второе место занимают зеленые водоросли (13%) и третьи – цианопрокариоты (8%). По отношению к содержанию солей в воде более половины (52%) видового состава – индифференты, предпочитающие среднюю степень минерализации. Значительно меньше галофобных видов (18%), ни один из них не имеет 100%-ю встречаемость, что объясняется повышенной минерализацией воды в большинстве озер. На третьем месте по числу таксонов – галофилы с мезогалолами (15%). По отношению к уровню pH первое место в экологическом спектре занимают алкалофильные виды с алкалобионтами, вместе они составляют 40%. Циркумнейтральные виды представлены четвертой частью всего состава (26%). Заметно меньшую долю составляют ацидофилы (16%). Сапробиологический анализ видового состава альгофлоры карстовых водоемов выявил преобладание индикаторов очень чистых и чистых вод (ксеносапробов, олигосапробов) – 30%. Биогеографический анализ показал, что более половины состава относится к группе космополитов (205 видов с разновидностями и формами, или 67%), аркто-альпийская и бореальная группы представлены по числу таксонов почти одинаково (54 и 57 таксонов соответственно). В озерах и прилегающих к ним водоохраных зонах отмечены виды сосудистых и споровых растений [8], включенные в Красные книги Республики Коми (2009) и Российской Федерации (2010): водоросли – хара обыкновенная, носток сливовидный, растения – кувшинка четырехгранная, кувшинка чистобелая и др. Анализ разнообразия диатомовых водорослей и комплекса ведущих видов свидетельствует об относительно благополучном состоянии водоемов в настоящее время и необходимости сохранения их статуса природных эталонов.

В составе бентоса оз. Большое Параськино установлено высокое разнообразие беспозвоночных [1]. Среди них обнаружен представитель древней фауны, ледниковый реликт гамарус озерный. Отмечается богатое видовое разнообразие моллюсков и олигохет, среди них есть представители, редко встречающиеся в европейской части России. Все зарегистрированные виды являются прекрасными индикаторами чистых вод.

На озере останавливаются на пролете различные водоплавающие птицы (утки, лебеди, гуси, кулики). Отмечены два вида земноводных. Видовой состав ихтиофауны оз. Большое Параськино по результатам исследований 2005 г. был представлен одним видом – окунем. Ранее обитали щука, плотва, голянь, налим. Использование водоемов в рекреационных целях и неконтролируемый любительский лов рыбы привели к исчезновению этих видов из водоема [1].

Таким образом, группа карстовых водоемов ООПТ «Параськины озера», уникальный природный комплекс, формирование происходило длительное время. Карстующиеся породы, имеющие возраст более 250 млн. лет, вплоть до настоящего времени подвергались процессам растворения и выщелачивания. Покровные оледенения выработали современную морфологию и оставили после себя мощный покров морены, а также многочисленные озера, заполняющие палеокарстовые формы рельефа (воронки, котловины). В настоящее время, процессы карстообразования активны, отмечается как поверхностный, так и подземный карст. Озера характеризуются высоким разнообразием гидробионтов, являются местообитаниями редких видов растений. В связи с вышесказанным необходима комплексная охрана этих озер как уникального для Республики Коми памятника природы для сохранения в нетронутом виде характерного для Тиманского Кряжа карстового ландшафтного комплекса. Кроме того, данная территория имеет значение для сохранения древних археологических и исторических памятников, связанных с периодом репрессий [1].

Для сохранения этой ООПТ необходимо неукоснительное соблюдение на практике режима особой охраны, который документально установлен. В настоящее время по гидрохими-

ческим показателям вода озер остается чистой. Однако учитывая высокую рекреационную значимость территории (особенно для населения г. Ухта), высокую посещаемость оз. Большое Параськино, необходимо наладить постоянный контроль за их состоянием. Следует рассмотреть вопрос о создании в бассейне р. Тобысь ландшафтного заказника на базе памятника природы «Параськины озера». Администрации МОГО «Ухта» и Ухтинского городского комитета по охране окружающей среды выступают с предложением об изменении статуса и профиля этой ООПТ путем расширения границ с приданием данной территории категории комплексного заказника (природного парка). Предлагается включить в ООПТ дополнительно ряд других карстовых озер (карстовых воронок), а также наземных экосистем, расположенных в бассейне р. Тобысь до места ее впадения в р. Ухта. Это позволит расширить спектр охраняемых карстовых ландшафтов и водоемов.

Исследования проведены при частичной финансовой поддержке Программ фундаментальных исследований УрО РАН: № 12-У-5-1015 и проекта «Арктика».

Литература

1. Биологическое разнообразие особо охраняемых территорий Республики Коми. Водный памятник природы «Параськины озера». Выпуск. 20. / Отв. ред. С.В. Дёгтева, Е.Н. Патова. Сыктывкар, 2014. (в печати).
2. Воловик Л.П., Сосновская Г.Д. и др. Полевой отчет по гидрогеологической съемке территории листа Р-39-V. 1969 г. Рукописная. Комигеолфонд № 4604.
3. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Тиманская Лист Р-39- V / Пачуковский В.М., Лютоев А.А., Мельников П.М. М: Министерство геологии СССР, 1978.
4. Красная книга Республики Коми. – Сыктывкар, 2009. – 791 с.
5. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) // Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. – М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2008. – 855 с.
6. Лысенин Г.П. Карстовые явления // Тиманский кряж. Т. 1. – Ухта: УГТУ, 2008. – С. 120-131.
7. Максимович Г.А. Основы карстологии. – Пермь, 1963. Т. 1. – 444 с.
8. Патова Е.Н., Стерлягова И.Н., Шабалина Ю.Н. Редкие водоросли-макрофиты северо-востока европейской части России // Вестник Тверского гос. ун-та, 2008. № 3. – С. 105-112.
9. Пачуковский В.М., Останин В.Е., Цветкова М.В. Геологическое строение. Лист Р-39-V. – Ухта, 1965 г. Рукописная. Комигеолфонд № 3697.
10. Петрова Т.И., Лапицкая В.Ф. Отчет о результатах гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 на территории листа Р-39-V. – Ухта, 1973 г. Рукописная. Комигеолфонд № 4553.
11. Стенина А.С., Шабалина Ю.Н. Диатомовые водоросли в карстовых водоемах памятника природы «Параськины озера» (Республика Коми) // Известия КНЦ УрО РАН, 2013. № 2 (14). – С. 22-28.
12. Торсуев Н.П., Левин С.А. Географические аспекты изучения равнинного карста. – Казань, 1980. – 208 с.
13. Чикишев А.Г. Карст Русской равнины. – М.: Наука, 1978. – 192 с.

МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ БЕЛОРЕЧЕНСКОГО БАРИТ-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (БОЛЬШОЙ КАВКАЗ)

Ю.В. Попов, Р.А. Цицуашвили

Южный федеральный университет, Россия, г. Ростов-на-Дону, popov@sfedu.ru

Природно-техногенные системы горных работок с их разнообразием гипергенных минеральных ассоциаций, формирующихся в условиях окисления руд и осаждения мигрирующих в растворенных формах продуктов их разложения на физико-химических барьерах, выступают в качестве «природных лабораторий», информативных как в плане изучения экзогенного ми-

нералообразования, так и в плане совершенствования моделей миграции элементов-загрязнителей в природных ландшафтах и природоохранных технологий.

Весьма интересны в этом отношении подземные горные выработки неэксплуатируемого с 1990-х годов Белореченского баритового (с непромышленной сульфидной минерализацией) месторождения, расположенного на северо-западе Большого Кавказа в горной части Республики Адыгея. Белореченское месторождение образует верхний уровень сложного горно-рудного объекта, нижние горизонты которого соответствуют Даховскому урановому месторождению (с уран-сульфидной и уран-арсенидной минерализацией в доломитовых жилах и линзах). Рудные тела Белореченского месторождения представлены жилами барита (содержит примеси Sr (до 0,2-5%), Ca (до 0,5%) и Pb (до 0,1%)), в массе барита присутствуют несколько генераций флюорита, галенит (с примесями Ag до 0,8%), сфалерит, халькопирит, пирит. Поздняя генерация баритовых жил несет непромышленную полиметаллическую минерализацию, приобретая галенит-баритовый с флюоритом состав. Завершили формирование месторождения пирит-кальцитовые и марказит-кальцитовые жилы. Основная часть оруденелых жил локализована в гнейсах и гранито-гнейсах, развитых между герцинскими гранитами и меланократовой амфиболитово-гнейсовой толщей. Тектонический блок, вмещающий месторождения, по разломам граничит с подстилающими серпентинитами и перекрывающими юрскими аргиллитами. Широкое развитие трещин разного порядка, определяемое приуроченностью к зоне крупного длительно развивавшегося Центрального разлома, обеспечивает как проницаемость для глубинных флюидов, так и интенсивную циркуляцию гипергенных растворов.

Зоны окисления сульфидов (главным образом широко развитых пирита и марказита), образующих жилы и гнезда в слаборастворимых алюмосиликатных породах, выступают в качестве источника кислых сульфатных растворов с широким спектром подвижных продуктов окисления. Частичная нейтрализация растворов кальцийсодержащими гипергенными водами проявляется в развитии гипса и водных сульфатов двухвалентного железа (мелантерита и пр.); вокруг зерен галенита формируются оторочки англезита. На поверхности окисляющегося пирита отмечаются микрофазы сернистого серебра (по составу близкого к акантиту) и, среди мелантерита, редкие микрофазы самородного серебра (рис. 1-Б, В).

Мигрирующие в растворах тяжелые металлы частично связываются в минеральные фазы на природных физико-химических барьерах, среди которых основными являются: окислительный, приуроченных участкам образования оксигидратов железа в зонах фильтрации кислых вод; сульфатный, связанный с участками окисления баритовых жил; щелочной карбонатный – на участках формирования современных натечных карбонатных образований [1]. Каждый из этих барьеров характеризуется специфическими микроминеральными ассоциациями.

Выходы кислых вод (с pH ~2), фильтрующихся по зонам трещиноватости в силикатных породах, приводят к выделению гелей на сводах и стенках горных выработок (рис. 1-Г), за счет которых образуются оксигидраты железа, с которыми ассоциируют частички сернистого серебра микронной размерности (рис. 1-Е). Энергетические рентгенофлуоресцентные спектры оксигидратов указывают на присутствие меди, цинка, марганца, свинца, не образующих самостоятельных фаз. Неустойчивость оксигидратовой ассоциации в условиях кислой среды (с pH < 3) позволяет рассматривать участки как промежуточный физико-химический барьер на пути миграции тяжелых металлов.

Более эффективный геохимический барьер связан с участками микротрещиноватости и полостями баритовых жил, где формируются сульфатные ассоциации. Среди сульфатов наиболее распространен гипс, образующий корочки, присыпки и микрокристаллы в тонких трещинах и полостях, где обычно ассоциирует с сульфатами меди – брошантитом, серпьеритом и девиллином, а также часто с ярозитом-плюмбоярозитом, гемиморфитом, брошантитом, мелантеритом (рис. 1-К-М). За счет присутствующего в баритовых жилах галенита образуется англезит, развивающийся на поверхности последнего, либо выполняющий пустоты (ассоциируя в этом случае с плюмбоярозитом и гемиморфитом).

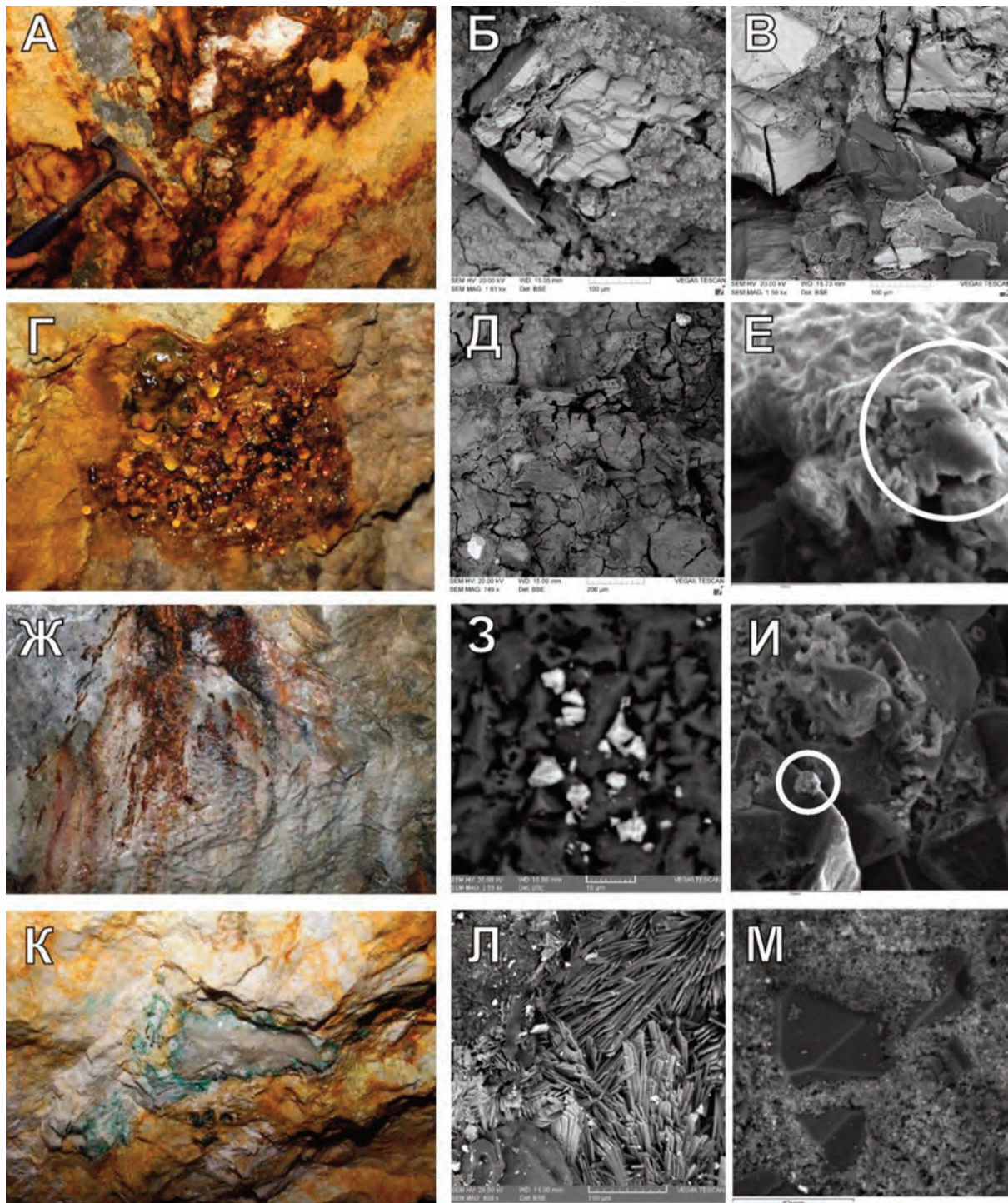


Рис. 1. Минеральные ассоциации геохимических барьеров: А – участки окисления сульфидных жил, Б – развитие меланерита по пириту, В – типичная ассоциация пирит+гипс+мелантерит, Г, Д – участки формирования оксигидратов железа, Е – серебро среди оксигидратов железа, Ж – натёчный кальцит, З – водные сульфаты на поверхности кальцита, И – соединение Ag-S на кальците, К – девиллиновые оторочки в баритовых жилах, Л – девиллин и гипс на барите, М – ярозит на барите.

Примечателен состав девиллина: минерал характеризуется переменным содержанием цинка и присутствием никеля в количестве до 0,4-1,4 % вес., источником которого вероятнее всего являются никелевые руды Даховского месторождения.

Ещё один барьер приурочен к зонам современного карбонатообразования. Его эффективность в плане осаждения широкого спектра металлов определяется как изменением pH

среды ($\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$), так и высокой сорбционной способностью карбонатов. В подземных горных выработках Белореченского месторождения карбонаты образуют натечные агрегаты на сводах и стенках горных выработок в зонах трещиноватости, образуя небольшие сталактиты и местами покрывая стенки выработок сплошными натёками мощностью до 1 см (рис. 1-Ж) в зонах фильтрации гипергенных вод (с близкой нейтральной pH). По данным рентгенофазового анализа карбонат представлен кальцитом (рис. 2).

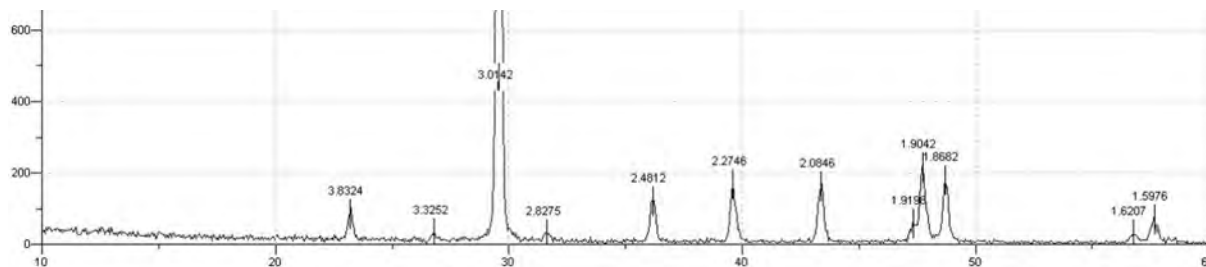


Рис. 2. Результаты рентгенофазового анализа натечного карбоната (Cu излучение, порошковый препарат)

Термический анализ выявляет два основных эндотермических эффекта (связанных с диссоциацией тонко- и микрокристаллического кальцита), и, в части образцов, экзотермический эффект, связанных с кристаллизацией аморфного карбоната [2]. Натечные агрегаты состоят из микрокристаллической массы кальцита, пронизанной капиллярами, выполненными ещё более тонкокристаллическим, вплоть до аморфного, агрегатом. Строение агрегатов зональное, обусловленное нарастанием зон различной плотности, местами содержащих глинистые компоненты. Химический состав зон существенно не меняется, типичными примесями являются магний (~0,5 мас.%), стронций (~0,2 %), цинк (~0,1 %).

С карбонатными агрегатами парагенетически связан ряд минералов тяжелых металлов, образующих обильные микрофазы размером преимущественно до 5 мкм (рис. 1-3, И). На поверхности натечных образований отмечаются оксигидраты железа, кальцийсодержащий барит, церуссит, смитсонит, соединения Ag-S с переменным содержанием серы, а также недиагностируемые уверенно методами рентгенофлуоресцентного микроанализа водные сульфаты и карбонаты цинка и свинца, а также гидроокислами железа.

Судя по составу микроминеральных фаз, образование кальцита обуславливает, в первую очередь, соосаждение соединений железа, цинка и свинца (в меньшей степени меди и других металлов), локализующихся на поверхности карбонатных агрегатов. Преобладающей формой ассоциирующих на поверхности карбоната минералов являются водные сульфаты и карбонаты. При этом присутствие на весьма небольших участках (~1-2 см²) одновременно сульфидных, сульфатных и карбонатных соединений дает основание предполагать неустойчивость и активные реакционные преобразования микрофаз. Неустойчивость соединений, в первую очередь сульфидных и сульфатных, приводит к подвижности катионов металлов, переходящих в раствор и частично сорбируемых карбонатом кальция ($>\text{CO}_3\text{H}^0 + \text{Me}^{2+}(\text{aq}) = >\text{CO}_3\text{Me}^+ + \text{H}^+(\text{aq})$) в соответствии с хорошо изученными механизмами [3, 4 и др.]. Катионы двухвалентных металлов с ионным радиусом меньше, чем у кальция, как известно, интенсивно сорбируются кальцитом (в том числе, согласно экспериментальным данным, полученным при параметрах среды, близких карбонатообразованию в белореченских штольнях - pH 7-8, T 25°C [5]), образуя твердые растворы в кальците. Это объясняет избирательное связывание цинка, отмечающегося в виде изоморфной примеси в кальците. Крупные катионы (такие как барий и свинец) способны встраиваться в решетку ромбического арагонита (но не кальцита) [4], что объясняет присутствие во внутренних зонах карбонатных агрегатов в виде самостоятельных микрофаз церуссита, бариового кальцита, бариокальцита.

Таким образом, в природно-техногенной системе горных выработок Белореченского месторождения с интенсивно выветриваемыми баритовыми и сульфидными рудами существенную роль в осаждении подвижных форм металлов имеет формирование микроминеральных фаз на нескольких физико-химических барьерах. Три основных барьера – окислительный,

сульфатный и щелочной карбонатный – характеризуются избирательностью в отношении связывания металлов. На участках формирования оксигидратов железа формируются неустойчивые соединения (вероятно, с активными процессами сорбции); самостоятельные микроминеральные фазы характерны лишь для серебра. С щелочным карбонатным барьером связано интенсивное осаждение металлов как форме изоморфной примеси в кальците, так и в виде самостоятельных микрофаз. При этом выявляется сочетание нескольких механизмов связывания металлов в минеральные фазы: изоморфное вхождение в ходе кристаллизации, соосаждение в разных минеральных фазах с последующим разрушением микроминеральных фаз, кристаллизовавшихся на поверхности кальцита и перераспределением металлов, контролируемым сорбционными механизмами. Среди мигрирующих в водных растворах тяжелых металлов наиболее эффективно связываются в минеральные фазы цинк (входя в кальцит в виде изоморфной примеси) и серебро (на поверхности кальцита). Локальные сульфатные барьеры определяют интенсивное осаждение меди, свинца и, частично, железа в микроминеральных фазах.

В целом, рассмотренная природно-техногенная система обладает высоким нейтрализующим потенциалом природной среды, определяемой сочетанием разных групп горных пород в условиях активного водообмена по зонам тектонической трещиноватости.

Литература

1. Попов Ю.В., Бураева Е.А., Ермолаева О.Ю., Гончарова Л.Ю., Цицуашвили Р.А. Закономерности распределения естественных радионуклидов и тяжелых металлов в природно-техногенной системе Белореченского месторождения (Большой Кавказ) // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12292>.
2. Попов Ю.В. Современное минералообразование и сорбционные процессы на карбонатном барьере в горных выработках барит-полиметаллического месторождения // Геология, ресурсы, производство, экология. Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвященной 100 летию С.М. Абаева. – Владикавказ: СОГПИ. 2013. – С.77-82.
3. Zachara, J.M., Kittrick, J.A., Harsh, J.B. The mechanism of zinc adsorption on calcite, *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1988, 52, p. 2281-2291.
4. Mielczarski, J.A., Scott, J., Pokrovsky, O.S. Surface Speciation of Dolomite and Calcite in Aqueous Solutions. *Encyclopedia of Surface and Colloid Science*. Ed. A. Hubbard, 2006, p. 5965-5978.
5. Zachara, J.M., Cowan, C.E., Resch, C.T. Sorption of divalent metals on calcite. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1991, 60 (4), p. 727-731.

О НЕОБХОДИМОСТИ МОНИТОРИНГА БЛАГОУСТРОЕННЫХ КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР С ЦЕЛЮ ИХ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ НОВОАФОНСКОЙ И ЦХАЛТУБСКОЙ ПЕЩЕР ГРУЗИИ)

О.А. Ланчава¹, К.Д. Цикаришвили²

¹Горный Институт им. Г.А.Цулукидзе, Грузинский Технический Университет;

²Институт Географии им. Вахушти Багратиони, Тбилисский Государственный Университет

Опыт показывает, что климатический режим благоустроенных пещер, которые используются в качестве туристических объектов, существенно меняется: нарушается интенсивность естественной вентиляции, повышается среднегодовая температура и уменьшается относительная влажность пещерного воздуха, ухудшается состав воздуха. Свидетельством отмеченного является опыт подготовки к эксплуатации Новоафонской и Цхалтубской карстовых пещер и опыт их эксплуатации. В обеих пещерах наблюдаются изменения климатических параметров пещерного воздуха и возмущения физических полей окружающего горного массива, что проявляется в результате осушения массива и появления трещин высыхания на внутренней поверхности пещеры. Часть этих изменений можно было бы предотвратить при правильном

выборе режима подготовки и эксплуатации пещер. Безусловно, что сооружение водоотводящей горной выработки способствует разгрузке горного массива от грунтовых вод и будет вызывать общее его осушение, но с другой стороны, можно искусственно повышать относительную влажность пещерного воздуха и тем самым уменьшить вредное влияние общего осушения на внутренней поверхности пещеры и пещерных образований.

Новоафонская пещера. Депрессионные съемки, проведенные до благоустройства пещеры, показывают, что естественная вентиляция осуществлялась с помощью естественной шахты, а также многочисленных тектонических трещин и каналов. Наблюдаются контрасты температуры и давления воздуха между дневной поверхностью и внутри пещеры, что вызывает интенсивную вентиляцию. Максимум разницы в давлении доходит до 1000 Па (рис. 1). Направление естественного потока следующее: летом - в пещеру, зимой - из пещеры.

Активная циркуляция воздуха до благоустройства пещеры, главным образом, происходила с помощью естественной шахты. В сифонной дыре (0,5 X 0,8 м), связующей вертикальную и горизонтальную системы, в теплый период года, наблюдалось нисходящее, а в холодный период - восходящее движение воздуха. Скорость воздушного потока (2,5 м/с) практически оставалась постоянной в течение суток. После эксплуатации, в данной дыре, имеет место чередование штиля и движения воздуха (рис. 2).

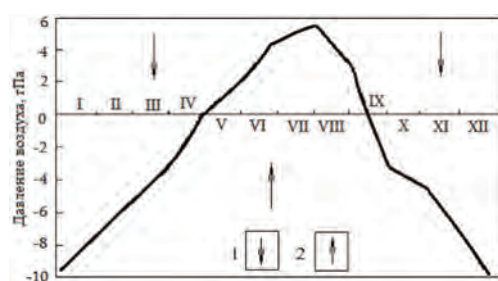


Рис. 1. Годовой ход естественной тяги воздуха в Новоафонской пещере (1975-1985 гг)

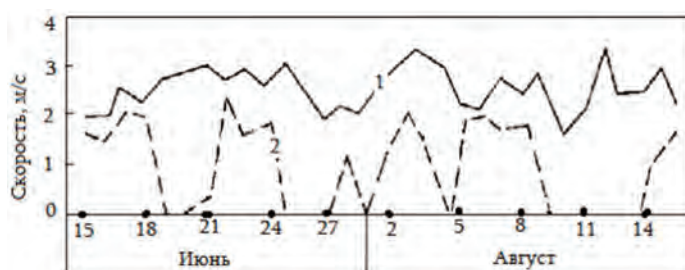


Рис. 2. Скорость воздушного потока в сифонной дыре: 1. До начала эксплуатации (1974); 2. После начала эксплуатации (1976)

На основе многочисленных стационарных наблюдений, выполненных в течение 1970-1988 гг., можно утверждать, что на воздухообмен между атмосферой и пещерным пространством и на циркуляцию пещерного воздуха заметное влияние оказывает поршневой эффект движения туристического поезда.

До проходки транспортного тоннеля в Иверской горе метеорологические параметры пещерной системы (температура, относительная влажность и давление воздуха) характеризовались незначительным сезонным и суточным колебанием. В частности, температура пещерного воздуха существенно менялась лишь в вертикальной проекции пещеры. Разница между температурами зимой и летом здесь достигала 4-6 °С.

В горизонтальной проекции пещеры, колебание или изменение температуры не наблюдалось. Практически мало изменялась относительная влажность воздуха. Для любого сезона температура пещерного воздуха менялась в пределах 11,8-12,8 °С, а относительная влажность - 93-98 % (Таташидзе и др., 1968).

После подготовки пещеры для туристических целей и начала ее эксплуатации был нарушен стабильный тепловой и влажностный режим, установленный в продолжительном геологическом периоде. Соединение подземных залов с искусственным транспортным тоннелем и пропуск через пещеру многочисленных экскурсантов вызвали повышение температуры на 2 °С, а уменьшение относительной влажности - на 5-6 %. Кроме того, во время выполнения работ по благоустройству пещеры, применение пневматического оборудования, работающего с помощью двигателей внутреннего сгорания, вызвало повышение содержания двуокси углерода (до 0,5 %), а источник питания туристического поезда «обогастил» воздух водородом (до 0,4 %) и парами серной кислоты.

Под влиянием мощных прожекторов освещения на отдельных участках пещеры появились беспиговые растения, а также образовались мшистые поверхности на стенках пещеры

и пещерных образований. С целью анализа влияния туристических групп на микроклимат пещеры, на высоте 2 м от почвы (у смотровой площадки «Тетри мта»), с помощью показаний максимального термометра, было установлено, что температура воздуха в течение 10 минут увеличилась на $0,8^{\circ}\text{C}$.

До начала эксплуатации пещеры, амплитуда суточного изменения температуры составляла $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$, а в условиях интенсивной эксплуатации она увеличилась до $1,5^{\circ}\text{C}$. В дневные часы, в течении рабочего дня, относительная влажность воздуха уменьшилась на 56 %. После 21-23 часов ночи, пещерная атмосфера возвращалась к обычному для нее ритму с точки зрения релаксации температурных и влажностных полей в пещерном воздухе (рис. 3).

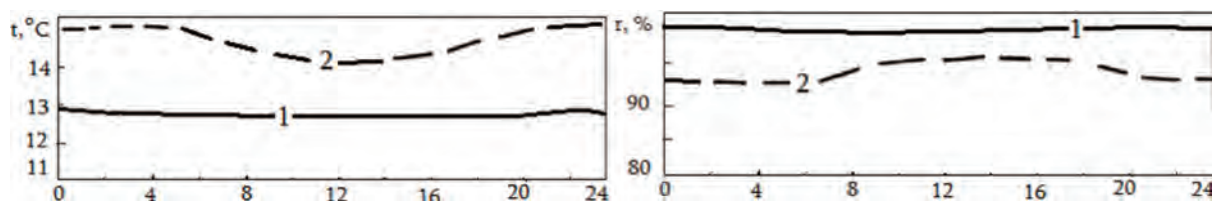


Рис. 3. Суточный ход температуры и относительной влажности пещерного воздуха:
1. До начала эксплуатации; 2. После начала эксплуатации

В суточном ходе температуры пещерного воздуха максимум наблюдался в полночь (летом), а минимум в полдень (зимой), что указывает на определенную инерцию проявления теплофизических процессов в подземном пространстве.

Амплитуда годового изменения температуры составляла $5-6^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры ($10,8^{\circ}\text{C}$) отмечался в холодный период года (Февраль), абсолютный максимум ($16,0^{\circ}\text{C}$) – летом (Август).

Следует отметить, что интенсивная эксплуатация Новоафонской пещеры вызвала существенное изменение климатических параметров пещерного воздуха: температура в среднем увеличилась на 1 градус (максимальное увеличение до 4°C наблюдалось в зале «Тбилиси», где показатель температуры воздуха достиг $16,5^{\circ}\text{C}$), относительная влажность воздуха уменьшалась в среднем до 8 %. Существенные возмущения были наблюдаемы в температурном и влажностном полях окружающего горного массива, что проявилось в образовании новых трещин высыхания внутри пещеры.

Наблюдаемые изменения микроклимата пещеры являются результатом неправильной эксплуатации, что вызвано неучетом экологических возможностей природы, в частности пещеры, и в чрезмерной нагрузке пещеры экскурсантами в увязке сооружения водоотводящей и транспортных тоннелей, вызвавшие общее осушение окружающего горного массива и изменение естественной аэродинамики пещеры.

Таким образом, пещера, характеризующаяся стабильным климатическим режимом, после сооружения транспортных и дренажных тоннелей, превратилась в динамическую полость, которая оказывает влияние на физические поля окружающего породного массива. В результате отмеченного, усилились процессы истощения, что способствовало: появлению трещин высыхания, осушению поверхности самой пещеры и пещерных образований, началу камнепада со стен и со сводовой части пещеры.

Цхалтубская пещера. Основной причиной возникновения воздушного потока в пещере является разница в плотности атмосферного и пещерного воздуха. Для вычисления величины естественной тяги были использованы результаты спелеоклиматических сезонных и суточных наблюдений. Было установлено, что давление воздуха на поверхности и под землей претерпевает синхронные изменения. В соответствующем периоде давление атмосферного и пещерного воздуха менялось в диапазоне $99,575-100,108$ кПа и $98,375-99,750$ кПа. Амплитуды суточного колебания давления на поверхности и в пещере незначительно отличаются друг от друга и соответственно составляют $170-200$ Па и $100-160$ Па. Амплитуды декадных колебаний же практически совпадают и составляют примерно $500-600$ Па.

По длине пещеры давление воздуха изменяется по следующей закономерности: начиная со входного отверстия, барометрическое давление постепенно уменьшается и минимального значения достигает гипсометрически в высоко расположенных залах, а затем неуклонно повышается. Максимальная величина давления зафиксирована в «Зале альпинистов», который занимает самую низкую часть пещеры. По длине разница атмосферного давления примерно составляет 400 Па.

Следует отметить, что на каждый 8,5 м столба пещерного воздуха атмосферное давление изменяется на 100 Па и с помощью барометрического градиента возможно получение достоверных результатов в теплофизических расчетах.

Распределение температуры воздуха по длине пещеры неодинаковое. Начальный отрезок и первый зал как бы изолированы от остальной части пещеры. В этих местах наблюдается суточное и сезонное колебания температуры воздуха, а амплитуда соответственно составляет 1,5 и 4,5 °С.

Остальная часть пещеры до сифонных озер, слабо проветривается, вследствие чего, температура воздуха сравнительно высокая (14,0-14,2 °С) и суточное колебание не наблюдается. Сезонное же колебание температуры пещерного воздуха на этом участке, длина которого составляет около 650 м, наблюдается, а амплитуда составляет 0,4 °С (рис. 4).

У начала подземной реки температура воздуха уменьшается до 13,6 °С и сохраняется примерно на расстоянии 100 м, затем температура повышается и по всей длине трассы остается в пределах 14,0 °С. По-видимому здесь на формирование температуры оказывает влияние подземный водный поток, который протекает до конца экскурсионной трассы. Температура воды постоянная независимо от сезона и составляет 12 °С. Дебит воды меняется от 60 л/с (Август) до 800 л/с (Апрель).

Гипсометрически высоко расположенные залы «Цхалтубо» и «Кутаиси» являются исключением от общих правил. Здесь пещерный воздух характеризуется довольно высокой температурой (около 14,8 °С), которая практически не претерпевает сезонных колебаний.

Таким образом, за исключением входного участка и первого зала, суточное колебание температуры пещерного воздуха практически не наблюдается (рис. 5).

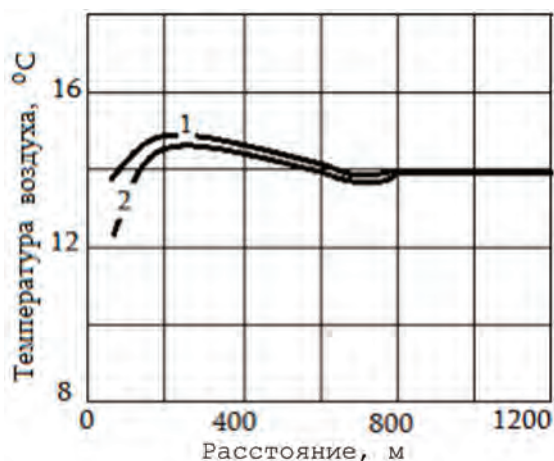


Рис. 4. Ход температуры воздуха в Цхалтубской пещере вдоль экскурсионной трассы: 1 - летом; 2 - зимой

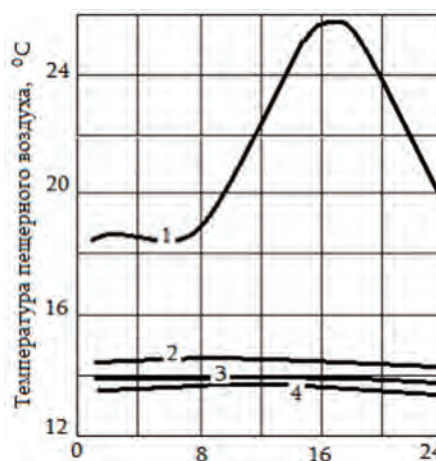


Рис. 5. Суточный ход температуры в Цхалтубской пещере: 1 – поверхность; 2 – зал «Кутаиси»; 3 – «Зал альпинистов»; 4 – подземный пляж

Свидетельством слабого воздухообмена являются также установленные наблюдениями факты: автономность температуры воздуха в отдельных залах, асимптотическое приближение температуры воздуха к температуре породного массива и практическое отсутствие сезонного колебания температуры пещерного воздуха.

В зависимости от сезона, в пещере происходит либо испарение, либо конденсация водяных паров. Однако относительная влажность пещерного воздуха остается в диапазоне 97-99 %, что в среднем на 40 % больше относительной влажности поверхностного воздуха.

Как и в случае температуры, суточное колебание относительной влажности наблюдалось только во входной части пещеры (рис. 6). В то время как атмосферный воздух характеризуется отчетливой изменчивостью этого параметра, амплитуда составляет примерно 12 %.

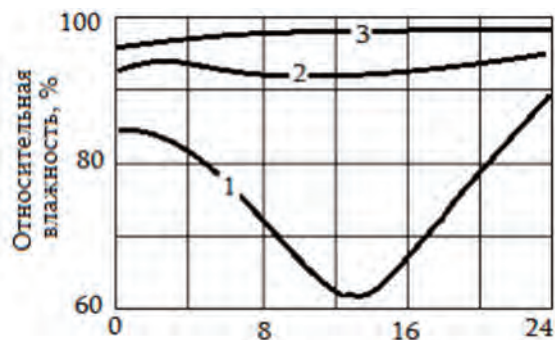


Рис. 7. Суточный ход относительной влажности в Цхалтубской пещере: 1 – поверхность; 2 – входной участок; 3 – подземный пляж

После проведения работ по благоустройству пещеры, в ней изменился характер движения воздуха. Сооружение водоотводящей горной выработки увеличил расход пещерного воздуха на 12-15 %. Несмотря на это, количество воздуха все же остается малым и во всех сечениях не удастся измерять скорость потока ввиду ее малости.

Исследования по химическому составу воздуха показали, что он не содержит горючих и токсических газов: CH_4 , H_2S , SO_2 , а содержание кислорода остается в пределах нормы. Наблюдается сравнительно высокий уровень двуокси углерода (0,5 % по объему), что не выходит за пределы, предусмотренные нормами для подземных сооружений.

Расчетами определены оптимальное и максимальное числа экскурсантов, которых одновременно можно допустить в пещеру, по результатам отмеченного составлена табл. 1.

Таблица 1

Число экскурсантов в Цхалтубской пещере по месяцам года

Месяцы года	Оптимальное число экскурсантов, чел.	Максимальное число экскурсантов, чел.
Январь	7068	10780
Февраль	6216	9240
Март	5580	8556
Апрель	2700	4278
Май	4500	7020
Июнь	5760	9000
Июль	6882	10230
Август	7068	10788
Сентябрь	5760	9000
Октябрь	2976	4650
Ноябрь	3780	5760
Декабрь	6138	9486
Годовая	64428	98796

Количество одновременно допускаемых людей в пещеру определено на основе достаточности расхода пещерного воздуха для безопасности дыхания людей. Следует отметить, что тепло, выделенное людьми и освещением, полностью передается пещерному воздуху и вызывает повышение его температуры. Расчетами установлено, к концу 8-часового рабочего дня, температура пещерного воздуха будет повышаться на 4,5-5,0 °С по всей длине пещеры. За остальной период суток данное приращение релаксируется и будет оставаться только фоновое повышение температуры в диапазоне около 0,2-0,4 °С в течение месяца. После длительной эксплуатации температурный режим пещеры существенно будет меняться, так как природа не сможет нейтрализовать отмеченный фон без вмешательства.

В пещере уже нарушен естественный фон влагосодержания горного массива, что вызвано сооружением водоотводящего тоннеля. Относительная влажность воздуха претерпела не очень существенные изменения, однако в наличии понижение уровня грунтовых вод, общее

осушение полости и появление трещин высыхания на внутренней поверхности пещеры. Отмеченные обстоятельства в ближайшем будущем вызовут и существенное уменьшение относительной влажности пещерного воздуха.

Следует отметить, что с точки зрения экологической вместимости пещеры количество экскурсантов, представленное в таблице 1, необходимо примерно в 8 раз уменьшить. В таком случае возмущения в физических полях в пещере и в окружающем горном массиве будут восстановлены силами природы. С этой точки зрения вопрос вовсе не был поставлен на повестку дня, т.к. в таком случае пещера не окупила бы затрат, расходуемых на ее благоустройство.

Для сохранения спелеоклиматического режима пещеры необходимо сохранение естественного характера движения воздушного потока и ликвидация приращения температуры и дефицита относительной влажности воздуха, а также сохранение температурного и влажностного полей окружающего горного массива.

Рекомендуется с помощью вод подземной речки кондиционировать пещерный воздух. В результате отмеченного, будет уменьшаться температура воздуха и увеличиваться относительная влажность, что будет способствовать также сохранению естественного фона температурного и влажностного полей окружающего горного массива.

Вода должна подаваться при помощи полостей в перилах ограждения смотровых площадей под давлением около 300 кПа. Распыление воды в пещерный воздух должно произойти после того, как экскурсионная группа будет перемещена на другую смотровую площадку. После определенного промежутка времени (5-8 мин) форсунки автоматически будут отключаться. Вместе с тем четные форсунки относительно оси движения воздуха должны быть наклонены под углом 30°, а нечетные должны иметь противоположную ориентацию, с той целью, чтобы они друг друга компенсировали с точки зрения аэродинамики воздушного потока.

Расход воды для кондиционирования воздуха (около 2,8-3,0 л/с) существенного влияния не будет оказывать на водный режим речки. Во время мелководья расход воды для кондиционирования воздуха будет в пределах 5 % от общего дебита воды. Вместе с тем, неиспаренная вода самотеком будет возвращаться в речку.

Необходимо отметить, что температура воды подземной речки будет изменяться лишь на 0,02 °С при снятии температурного приращения воздуха, равного 5 °С. Дело в том, что теплоемкость воды в 4 раза больше по сравнению с теплоемкостью воздуха, а массовый расход воды в 70 раз больше такового для воздуха (70 л/с и 0,7 м³/с).

На основе представленного материала можно сделать следующие выводы:

1. Проведение работ по благоустройству карстовых пещер следует вести с особой предусмотрительностью, так как они вызывают изменения физических полей окружающего горного массива. Отмеченные изменения являются нежелательными и соизмеримы с изменениями климатических параметров пещерного воздуха.

2. Для установления оптимальных режимов эксплуатации карстовых пещер, необходимо создание научно-исследовательского стационара при пещере, в котором систематически будут измерены микроклиматические параметры пещерного воздуха, показатели ионизации и радиоактивности воздуха, а также наличие различных газов и бактерий в нем.

3. Необходимо заострять внимание на устойчивости окружающего породного массива, на суточном и сезонном колебании дебита карстовых вод, на опасности их загрязнения.

4. По результатам наблюдений и их анализа необходимо выводить и соблюдать основные эксплуатируемые параметры карстовых пещер.

Литература

1. Tatashidze Z., Gigineishvili G., Tsikarishvili K. (2007). Geographo-Hydrological Arguments On Possible Expansion of the Tskaltubo Cave System // Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, №3, 175, p. 285-288.
2. Tatashidze Z., Tsikarishvili K., Jishkariani J., Kapanadze V. (2002). Tskaltubo cave system - the Largest karst cavite in the Imereti Region // Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, №3, 166, p. 514-517.
3. Jishkariani J., Tatashidze Z., Tsikarishvili K., Lanchava O. (2010). Main Results of Complex Re-

search into the Tskaltubo Cave System. // Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, vol. 4, № 2, p. 92-95.

4. Таташидзе З.К., Джишкариани Дж.М., Цикаришвили К.Д., Капанадзе В.М., Джамришвили А.Р. Новая карстовая пещера в окрестностях Цхалтубо (Западная Грузия) // Пещеры (Межвузовский сб. научн. трудов). – Пермь, 2004. – С. 48-52.

О ТЕРМОГРАДИЕНТНОМ МАССОПЕРЕНОСЕ В ГОРНОМ МАССИВЕ

О.А. Ланчава¹, К.Д. Цикаришвили²

¹Горный Институт им. Г.А.Цулукидзе, Грузинский Технический Университет;

²Институт Географии им. Вахушти Багратиони, Тбилисский Государственный Университет

Для любого физического поля, формирующегося вследствие протекания взаимосвязанных необратимых процессов и проявляющего себя в виде потоков энергии или субстанции, справедлива линейная система уравнений Онзагера [1].

$$J_i = \sum_{k=1}^n L_{ik} X_{k(i=1,2,3,\dots,n)}, \quad (1)$$

где J_i – скорость протекания процесса, или же вектор соответствующего потока; L_{ik} – кинетические параметры изменения (характеристики проводящей среды); X_k – движущие силы, обуславливающие возникновение потоков.

Естественно, что в качестве X_k могут быть представлены градиенты всех природных сил взаимодействия (температуры, потенциала массопереноса и т.д.). В любом случае X_k поддерживает возникновение соответствующих одноименных и дополнительных (неодноименных) потоков и протекание процессов.

В капиллярно-пористых средах градиент температуры может вызвать потоки тепла и массы. В этом случае основной поток тепла возникает из-за теплопроводности и поддерживается прямой движущей силой - градиентом температуры. Т.е., передача термической энергии в основном обусловлена одноименным градиентом. Одновременно, этот же градиент порождает перенос субстанции в виде термоградиентного массопереноса, или же дополнительного эффекта Соре, который суммируется с основным потоком массы.

Причиной же появления основного потока массы является градиент потенциала массопереноса. Очевидно, что и этот градиент, вызывающий и поддерживающий основной процесс массопереноса, т.е., прямая движущая сила для массопереноса, способствует также передаче энергии термическим путем в виде дополнительного эффекта Дюфура. Безусловно, что и этот эффект усиливает основной тепловой поток.

Таким образом, в капиллярно-пористых средах, при наличии соответствующих градиентов, возникает процесс совместного тепломассопереноса, в котором суммарные потоки тепла и массы обусловлены обеими движущими силами. При этом, преобладающая доля в одноименных потоках принадлежит одноименным градиентам.

Отличить процесс «чистого» теплопереноса в этих средах можно только теоретически, путем сравнения с переносом сплошных средах [2].

Заметим, что следствием отмеченного отличия и являются понятия тепло- и массофизических характеристик (L_{ik}) капиллярно-пористых материалов, и в частности, искомых характеристик термоградиентного массопереноса.

Обозначая индексами 1 и 2, соответственно, потоки тепла и массы и основные силы, поддерживающие одноименные потоки, на основе (1) можно представить систему уравнений для онзагеровских потоков переноса энергии и массы в капиллярно-пористых средах:

$$J_1 = L_{11} X_1 + L_{12} X_2, \quad (2)$$

$$J_2 = L_{21} X_1 + L_{22} X_2. \quad (3)$$

Очевидно, что для случая теплопроводности в сплошной среде, движущей силой является только градиент температуры (X_1), отсутствует эффект Дюфура ($L_{12} = 0$) и уравнение (2)

превращается в основное уравнение теплопроводности Фурье:

$$q = -\lambda \text{grad}T, \quad (4)$$

где q – плотность теплового потока, Вт/м²; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); $\text{grad}T$ – градиент термодинамической температуры, К/м.

В зависимости от выбора градиента превалирующей движущей силы для случая изотермического массопереноса из (3) получается либо уравнение диффузии Фика, либо уравнение теплопроводности Лыкова и соответствующее содержание приобретают кинетические параметры L_{ik} .

Следует иметь в виду, что эти параметры хотя и характеризуют проводящую среду, но все же зависят от выбора потенциала массопереноса. Отмеченное, скорее всего, указывает на то, что эти коэффициенты являются относительными от системы отсчета. Необходимо добавить, что выбираемая нами превалирующая движущая сила, не является неопровержимой системой отсчета.

Следует также иметь в виду, что уравнения Фика и Лыкова не характеризуются достаточной строгостью даже для изотермического массопереноса, но в любом случае J_2 является плотностью потока массы.

По причинам, которые будут очевидны ниже, мы останавливаем свой выбор на градиенте потенциала массопереноса. Следовательно, из (3) получается уравнение Лыкова:

$$q_m = -\lambda_m \text{grad}\vartheta, \quad (5)$$

где q_m – плотность потока массы, кг/(м²·с); λ_m – коэффициент массопроводности, кг·кмоль/(кДж·м·с); $\text{grad}\vartheta$ – градиент потенциала массопереноса, кДж/(кмоль·м).

Из вышеизложенного следует, что феноменологические уравнения (1) - (3) более общие, чем основные законы тепло- и массопроводности. Поэтому для адекватной оценки совместно протекающего тепло-массопереноса в капиллярно-пористых средах необходим учет полных потоков переноса термической энергии и массы на основе этих зависимостей.

Заметим также, что для горного массива, расположенного ниже первого водонепроницаемого слоя, характерно гигроскопическое массосодержание и процессы гигроскопического массопереноса.

Эти процессы и проявляют себя при формировании микроклимата в подземных сооружениях, расположенных в этой зоне. Для расчетного определения микроклиматических параметров, необходимы значения феноменологических коэффициентов L_{ik} и движущих сил X_k .

Поскольку основное поровое пространство угольного массива в отмеченной зоне представлено микропорами с радиусом капилляров $r_k < 10^{-7}$ м и длина свободного пробега молекул водяного пара находится около этой величины, мы склоняемся к выводу о том, что массоперенос в этой среде следует интерпретировать как эффузию (направленного движения отдельных молекул, или их ансамблей).

При рассмотрении процесса с помощью диффузионной модели, возникают непреодолимые трудности в определении концентрации молекул воды в поровом пространстве.

Дело в том, что один из компонентов диффундирующей системы «водяной пар – воздушная струя», а именно водяной пар, находится в поле внешних сил, т.е. в сорбционном силовом поле порового пространства. Поэтому теоретическое определение движущей силы невозможно [3], не существует также надежная аппаратура для измерения концентрации водяного пара в поровом пространстве.

Исходя из вышеизложенного, мы отдаем предпочтение энергетическому потенциалу [4], который рассчитывается по формуле:

$$\vartheta = RT \ln U_v, \quad (6)$$

где R – универсальная газовая постоянная, кДж/(кмоль·К); U_v – сорбционное относительное массосодержание, в долях единицы.

Прямой движущей силой массопереноса в горном массиве по нашему мнению является градиент этого потенциала. Для вышеотмеченных движущих сил совместного тепло-массообмена на основе уравнений (2) - (5) в любом случае получается, что $L_{11} = \lambda$, $L_{22} = \lambda_m$,

$L_{12} = \frac{r c_m}{c}$, $L_{21} = \delta_{\vartheta}$, где r – удельная энтальпия фазового превращения, кДж/кг; c_m , c – коэффици-

енты удельной массо- и теплоемкости, соответственно, кмоль/кДж; кДж/(кг.К); δ_{ϑ} – термоградиентный коэффициент, отнесенный к потенциалу массопереноса, кДж/(кмоль.К).

Из вышеизложенного очевидно, что коэффициент термоградиентного массопереноса следует определять согласно уравнению (3). При $J_2 = 0$ и $\lambda_m > 0$ из этого уравнения получается:

$$\delta_{\vartheta} = \left(\frac{\text{grad}\vartheta}{\text{grad}T} \right)_{J_2=0} = \left(\frac{\Delta\vartheta}{\Delta T} \right)_{J_2=0} . \quad (7)$$

Для горных пород Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения нами были составлены изотермы сорбции водяного пара, с помощью которых удалось построить новые кривые $\vartheta = f(T)_{J_2=0}$ и определить численные значения термоградиентного коэффициента.

Следует отметить, что для исследованных горных пород этот коэффициент удовлетворяет принципу взаимности Онзагера с 7%-ным приближением. Согласно этому принципу, при соответствующем выборе движущих сил, феноменологические коэффициенты L_{12} и L_{21} численно равны и отличаются друг от друга только по размерности.

Таким образом, термоградиентный коэффициент можно определить расчетным путем по соотношению:

$$\delta_{\vartheta} = \frac{rC_m}{c} . \quad (8)$$

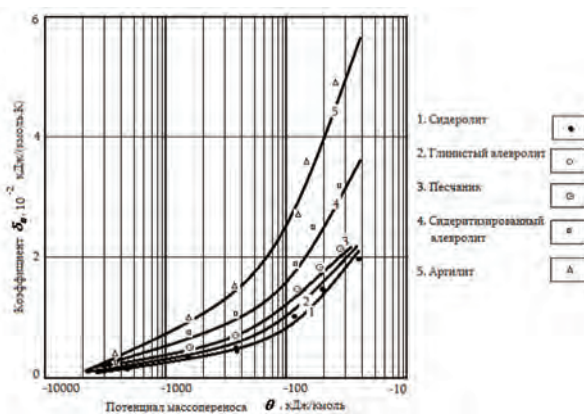


Рис. 1. Результаты экспериментальных определений термоградиентного коэффициента для исследованных горных пород

Результаты экспериментальных определений этого коэффициента сопоставлены с теоретическими значениями, вычисленных по формуле (8) и приведены на рисунке 1. Как видно из рисунка, для малых значений потенциала массопереноса, термоградиентный коэффициент является практически постоянным. Кроме того, для всех исследованных горных пород в области малых величин потенциала массопереноса, численные значения этого коэффициента отличаются друг от друга весьма незначительно, а с увеличением потенциала отмеченное отличие становится существенным.

Литература

1. Де Гроот С.Р. Термодинамика необратимых процессов. – М., Гостехиздат, 1976. – 280 с.
2. Ланчава О.А. О теплообмене в капитальных горных выработках. – ФТПРПИ, Новосибирск, Наука, №6, 1982. – с. 87-91.
3. Акоста В., Кован К., Грэм Б. Основы современной физики. – М., Просвещение, 1981. – 496 с.
4. Цимерманис Л.Б. Термодинамические и переносные свойства капиллярно-пористых тел. – Челябинск, ЮУКИ, 1971. – 202 с.

КРИОМИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕЩЕР МЕЧТА И АЯ В ЗАПАДНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ

Е.П. Базарова

Институт земной коры СО РАН, bazarova@crust.irk.ru

Пещеры Ая и Мечта входят в число наиболее известных, изученных и посещаемых пещер Иркутской области, что обусловлено их сравнительно простой доступностью. Обе пещеры расположены на юго-западном берегу оз. Байкал в районе о. Ольхон – на территории,

называемой Приольхоньем, где в настоящее время многочисленны турбазы и хорошо развита инфраструктура.

Геологическое строение территории сложное и представляет собой комбинацию пород различного состава - синметаморфический коллизионный коллаж [10]. Карст здесь развит в кальцитовых и доломит-кальцитовых мраморах общей мощностью до 1000 м, с отдельными пластами и горизонтами до 230 м [5]. Обобщенные сведения о морфологии, истории и геодинамике карста как ведущего экзогенного процесса на данной территории приводятся в работе О.С. Гутаревой [6].

Начало исследования пещеры Мечта (другие названия – имени Института географии АН СССР, Средняя Байдинская, Хариктинская) приходится на 60-е гг. двадцатого века [4, 5, 9]. Пещера расположена в 10 км южнее пролива Ольхонские Ворота, на высоте около 250 м над уровнем оз. Байкал, и заложена в мраморах ольхонской серии верхнего архея – нижнего протерозоя. Протяженность ходов составляет 830 м при амплитуде 52 м. Ледяные образования в пещере представлены многолетней наледью, ледяными сталактитами и сталагмитами.

Пещера Ая была найдена партией Иркутского геологического управления, проводившей разведку месторождений карбонатного сырья в бухте Ая и Усть-Анга в 1946-53 гг., сведения о пещере впервые приведены Г.П. Вологодским в монографии «Карст Иркутского амфитеатра» [5]. В 1993 г. п. Ая была соединена с п. Рядовой, и в настоящее время является частью карстовой системы Ая-Рядовая. Пещера находится в северо-восточной части Аинского массива на юго-западном побережье оз. Байкал. Длина карстовой системы 1350 м при амплитуде 70 м [7], система выработана в тех же породах, что и п. Мечта. Во вмещающих мраморах наблюдаются прослойки биотитовых гнейсов [6] и согласные дайки пегматоидных гранитов [11]. В дальнейшей части пещеры (грот Ледяной) находилась многолетняя наледь, сейчас полностью стаявшая, взамен которой лед начал накапливаться в гроте Мрачном.

В пп. Мечта и Ая проводились геологические, минералогические и палеонтологические исследования [5, 13, 14]. В обеих пещерах были описаны многолетние ледяные образования [8], деградировавшие в последние годы, что может быть связано не только с ростом средней зимней и средней годовой температур, но и с высокой посещаемостью спелеообъектов, а в п. Ая – также и изменением циркуляции воздуха вследствие раскопок новых ходов. Е.В. Трофимовой была выполнена детальная характеристика льдов пещер Байкала [8], в том числе льдов в пещерах Приольхонья, но криоминеральным образованиям в них не уделялось специального внимания.

Исследования криогенных минеральных образований пещер в настоящее время находятся на стадии сбора и накопления данных и в целом носят описательный характер. За последние годы появилось большое число публикаций, характеризующих тонкозернистые и крупнозернистые (гораздо более редкие) пещерные карбонаты и сульфаты в пещерах Урала, Пинеги, Украины, Канады, Словакии, Румынии и Чехии. В Иркутской области, где большинство пещер подвергается сезонному или постоянному оледенению, криогенные образования являются неотъемлемой частью вторичных минеральных образований.

В данной работе описываются условия нахождения и минеральный состав криогенных образований пп. Мечта и Ая, которые заложены в мраморах, в отличие от известняковых пещер, криогенные образования в которых исследовались нами ранее [1, 2, 3]. Определение минерального состава образцов проводилось в Институте земной коры СО РАН в г. Иркутске методом термического анализа Н.В. Нартовой и рентгенофазового анализа З.Ф. Ущуповской.

В п. Мечта образец остаточной муки был отобран с реликта крупного сталагмита из углублений на вершине и из скоплений в нижней трети, которые образовались при сползании пленок муки с верхней части. Минеральный состав образца представлен кальцитом со следами кварца, калиевого полевого шпата, слабыми следами плагиоклаза, амфибола, возможно несквегонита и каолинита.

В п. Ая в 2011 и 2013 гг. были отобраны три образца – с поверхности покровной наледи, с ледяного выступа на стене и с места растаявшей наледи, где остаточная мука образует слой мощностью до 2 см на обломках вмещающей породы.

Криоминеральные образования с поверхности наледи представлены порошком темно-серого цвета и сложены преимущественно кальцитом и органическим веществом с примесями, предположительно, гидрослюды, кварца и полевого шпата. Темный цвет пробы обусловлен заметными под бинокулярным микроскопом черными частицами органического происхождения (кусочки древесной коры, углистое вещество), биотита и графита. Общая масса пробы сложена обломками кальцита и кварца, сростками и слепками кристаллов кальцита белого цвета.

Проба, взятая с места исчезновения наледи, имеет светло-серый цвет и состоит из кварца, кальцита, калиевого полевого шпата, плагиоклаза и слабых следов, возможно, гидрослюды и несквегонита. Под бинокулярным микроскопом заметны бесформенные обломки белого кальцита, зерна кварца, полевых шпатов, слюды и графита. В отличие от образца, описанного выше, в данной пробе практически не наблюдаются органические остатки.

Образец, взятый с ледяного выступа, сложен преимущественно глинистыми минералами (Fe-монтмориллонит, хлорит, гидрослюда, смешаннослойные образования) и кальцитом с примесью гетита (10%). Исследования его под бинокулярным микроскопом не проводились.

А.Г. Филипповым в составе криогенного остатка из п. Таловской в Приольхонье, также заложенной в мраморах, были обнаружены кальцит и гипс с примесью деспюжолсита [12]. Для минерального остатка, взятого с ледяных образований в пп. Мечта и Ая, кальцит тоже является основным компонентом, но сульфаты и какие-либо минералы, содержащие марганец, не были обнаружены. Кроме кальцита, общими минералами для всех проб из пп. Мечта и Ая являются кварц, полевые шпаты и гидрослюды. Кальцит в пробах содержится как криогенного происхождения, так и в виде мелких обломков вмещающих пород, на что указывает форма частиц. Кварц, полевые шпаты и гидрослюды также являются не криогенным материалом. Несквегонит в пробах мог образоваться за счет потери воды лансфордитом. По экспериментальным данным [15], околонулевые температуры являются предпочтительными для отложения лансфордита, этот минерал был ранее отмечен нами в криогенных образованиях Онотских пещер [3]. Fe-монтмориллонит, хлорит, гидрослюда, а также гетит, обнаруженные в одной из проб, предположительно образовались в пещерных условиях за счет выветривания прослоев биотитовых гнейсов в мраморах и являются примеси в криогенном материале. Вероятно, криогенным в пробах является только кальцит, являющийся наиболее распространенной составляющей криоминеральных образований пещер карбонатного карста.

Автор благодарит аналитиков Института земной коры СО РАН Н.В. Нартову и З.Ф. Ущуповскую за сделанные анализы, А.Г. Филиппова за предоставленные образцы и А.Г. Докучаева за сведения о пещерах.

Литература

1. Базарова Е.П. Криоминеральные образования пещеры Хрустальной в Прибайкалье (Иркутская область) // Спелеология и спелестология. Сборник материалов II международной научно-практической конференции. – Набережные Челны: НИСПТР, 2011. – С. 49-52.
2. Базарова Е.П., Кононов А.М., Гутарева О.С., Мазина С.Е. Криогенные минеральные образования Ботовской пещеры // Спелеология и спелестология. Сборник материалов III международной научной заочной конференции. – Набережные Челны: НИСПТР, 2012. – С. 52-55.
3. Базарова Е.П. О криогенной минерализации в Онотских пещерах (Иркутская область) // Минералогия техногенеза – 2013. Миасс: Имин УрО РАН, 2013. – С. 140-149.
4. Беляк В.И. Новая пещера в Прибайкалье // Пещеры. – Пермь. 1966. Вып. 6(7). – С. 104-106.
5. Вологодский Г.П. Карст Иркутского амфитеатра. – М.: Наука, 1975. – 126 с.
6. Гутарева О.С. Кайнозойский карст в Приольхонье (юго-западное побережье оз. Байкал) // Спелеология и карстология. №2. – Симферополь, 2009. – С. 77-82.
7. Осинцев А.В. Крупные пещеры Байкальского региона – новейшие исследования // Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук. Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Набережные Челны: НГПИ, 2010. – С. 99-101.
8. Трофимова Е.В. Оледенение пещер Байкала // Криосфера Земли. 2006. т. 10. №1. – С. 14-21.

9. Фадеев А.М. Пещера «Мечта» // Лабиринт. 1997. Вып. 1/2. – С. 3-8.
10. Федоровский В.С., Владимиров А.Г., Хаин Е.В. и др. Тектоника, метаморфизм и магматизм коллизионных зон каледонит Центральной Азии // Геотектоника. 1995. №3. – С. 3-22.
11. Филиппов А.Г. Геология пещер побережья озера Байкал // Proceedings, Vol. 2. 10th International Congress of Speleology (13 – 20 August 1989). – Budapest, 1989. – P. 583-585.
12. Филиппов А.Г. Пещерные льды Иркутской области // Свет. 1997. №2(17). – С. 13-16.
13. Филиппов А.Г., Ербаева М.А., Сычевская Е.К. Миоценовые отложения в пещере Ая на Байкале // Геология и геофизика. 2000. Т.41. №5. – С. 755-764.
14. Maire R. et al. Uranium mapping in speleothems: occurrence of diagenesis, detrital contamination, and geochemical consequences // Proceeding 15th International Congress of Speleology. V.2. Kerrville. 2009. – P. 1033-1038.
15. Hill R.J., Canterford J.H., Moyle F.J. New data for lansfordite // Mineralogical magazine. 1982. Vol. 46. – P. 453-457.

**ПРИНЦИП РЕГИОНАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В УЧЕБНОМ ПЛАНИРОВАНИИ
ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ТУРИЗМА**

А.И. Зырянов, Н.В. Харитоновна, И.О. Щепеткова

Пермский государственный национальный исследовательский университет
614990 Пермь, ул. Букирева, 15

В Пермском государственном университете профессиональная туристская подготовка ведется с 2000 г., когда был осуществлен первый набор студентов на специальность «Социально-культурный сервис и туризм». Работа начиналась под патронажем кафедры социально-экономической географии, а 1 июля 2004 г. на географическом факультете была создана кафедра туризма. Обучение в вузах страны в постсоветское время ведется на основе государственных стандартов, определяющих базовые дисциплины и предполагающих наличие дисциплин, которые устанавливает каждый вуз самостоятельно. Первый профильный туристский стандарт высшего профессионального образования по специальности 230500 «Социально-культурный сервис и туризм» был утвержден в 2000 г. и получил название ГОС первого поколения. В 2006 г. появляются одновременно два стандарта: направление подготовки 100200 «Туризм» с квалификацией выпускника «бакалавр туризма» и «магистр туризма»; специальность 100201 «Туризм» с квалификацией выпускника «специалист по туризму». Эти документы относят к стандартам второго поколения.

С 2009 г. и по настоящее время прием абитуриентов в вузы на туристские направления ведется на образовательные программы, составленные по федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС) третьего поколения – 100400 «Туризм» (с квалификацией «бакалавр туризма» и «магистр туризма»).

Стандарт вузовской подготовки определяет, какими обязательными компетенциями должен обладать выпускник, какие профессиональные знания и умения получить, на каких принципах необходимо формировать учебные планы и т.п. В то же время стандарт предполагает отражение в учебном планировании собственных представлений вуза, факультета, выпускающей кафедры о том, какими знаниями, умениями, качествами должен располагать человек по завершению обучения. Используя право на самостоятельность, кафедра туризма ПГНИУ, планируя содержание учебного процесса, основывается не только на общепринятых принципах (учет мировых тенденций в туризме, современных потребностей России и др.), но и **на принципе региональной ответственности**. Это означает, что Пермский край и некоторые сопредельные регионы изучаются с особой тщательностью, поскольку это территория, откуда в основном прибывают наши абитуриенты, и где они будут работать. Именно на этой территории чаще всего студенты проходят все виды практик. Основной хинтерланд специальности, а сейчас направления – это Пермский край, а также Удмуртия, Тюменская область, включая Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий округа. Планируя развитие бакалавриата и магистратуры, кафедра ориентируется на расширение географии поступающих, обращая внимание, прежде всего, на регионы Урала, Поволжья, Севера и Западной Сибири в недалеком окружении Пермского края.

Туризм – необычайно многообразная сфера и выделить главные структурные части этой сложной системы необходимо для понимания логики построения учебного процесса. На содержание учебных планов оказывают влияние требования работодателей, которых интересует, как адаптирован выпускник к местным условиям, ощущает ли существующие проблемы, ориентируется ли в ресурсах и конкурентной среде. Поэтому наряду с освоением базовых дисциплин важной составляющей обучения выступает географическая и туристская специфика региона.

Попытаемся определиться в структуре туризма как системы и понять основные задачи, которые должен решать географический факультет при подготовке будущих работников сферы туризма.

В туризме главное, вокруг чего строится вся деятельность и, вообще, жизнь – это путешествие и его **маршрут**. Выпускник должен уметь разрабатывать туристский маршрут, организовывать и проводить путешествие, уметь рекламировать, продвигать турпродукты. Таким образом, следует вырабатывать умения, связанные с решением вопросов маршрутного характера.

Перед тем, как разрабатывать и организовывать непосредственно маршрут и программу путешествия следует определиться с районом путешествия, с территорией, по которой будет проложен маршрут. Выпускник должен уметь выбирать **район путешествия**, объекты туристского сервиса и инфраструктуры, обслуживающих людей на туристских маршрутах, продвигать и рекламировать их. Для работы в органах местного управления, крупных, территориально развивающихся компаниях важны умения анализировать туристские процессы, потоки, используя туристскую статистику, определять туристский потенциал, проводить районирование, выполнять аналитические, координационные, управленческие действия по отношению к туристской сфере региона с учетом его географических особенностей. Значимыми для будущей работы являются умения концептуально проектировать **объекты** (системы объектов, кластеры) туристского сервиса и инфраструктуры, настраивать функционирование этих объектов, руководить их работой. Следовательно, второе направление формирования умений в процессе обучения связано с туристским районированием и проектированием.

Можно выделить еще один пласт задач обучения, связанных с туризмом, – это проектирование и проведение крупных территориальных культурно-массовых мероприятий. **Туристское событие** формирует потоки, организует временный туристский кластер. В связи с этим выпускник должен уметь планировать и координировать события, значимые с точки зрения роста туристских прибытий, рассчитывать затраты на проведение и анализировать эффективность.

Еще одной, все более актуальной становится задача подготовки студентов в плане организации **туристского сервиса**. В процессе образования выпускник получает представление о содержании сервисной деятельности, формах удовлетворения потребностей человека, о способах и методах обслуживания туристов, о профессиональных взаимоотношениях между потребителями и работниками сферы туризма.

Планируя отражение перечисленных задач в учебных планах, мы стремимся максимально возможно увязать их с особенностями региона, считая, что понимание детальной специфики региона – необходимый элемент работы в туризме. Усвоить это выпускник сможет через изучение ресурсной, инфраструктурной, маршрутной и др. методик региональной туристской аналитики на примере одного региона, в нашем случае Пермского края. Туристский профиль нашего края и сопредельных территорий отражен практически во всех географических дисциплинах, таких как, *Общественная география современного мира, Туристское страноведение, География туризма* и др. Географические курсы вносят важный вклад в туристское образование. Обслужить современного туриста, знающего и начитанного, становится сложно без специальных географических знаний, таких как принципы размещения туристских ресурсов, социально-экономической специфики регионов и ведущих государств мира, и пр. Умение свободно ориентироваться по географическим и туристским картам, давать характеристику отдельным элементам природы и устанавливать взаимосвязь между природой, обществом и хозяйством – важная составляющая правильного подбора нужного туристу региона путешествия.

Включая в учебный план бакалавров не только обязательные, предусмотренные стандартом дисциплины, но и те, которые расширяют знания студентов о туризме как геоэкономической системе и его региональных особенностях. Области знаний и обеспечивающие их дисциплины приведены в схеме (рис. 1).



Рис. 1. Дисциплины, реализующие задачи подготовки бакалавров туризма

Наличие в планах таких учебных курсов как Туризм в Пермском крае, Лечебно-оздоровительный туризм, Экологический туризм, Технология и сервис в активном туризме, Основы гостеприимного сервиса, Спортивно-оздоровительный туризм дает достаточно полное представление о территории края как ресурсно-насыщенной и ландшафтно-разнообразной территории для активных видов туризма, которые являются отличительной чертой туризма в Пермском крае. Профильные туристские дисциплины ориентируют выпускников в таких вопросах как возможности и направления развития туризма в крае, что важно при выборе места работы или организации собственного туристского бизнеса, требует от них способностей адаптации к возможной смене профиля работы в пределах сферы туризма и сопутствующих туристских сервисов.

Несмотря на то, что в целом туризм не является отраслью специализации края, наш регион имеет давние и сильные традиции внутреннего туризма, воспитанного на любви и понимании природно-культурных ценностей Урала, ярким свидетельством этому может служить Кунгурская пещера, посещение которой становится поистине культовым. У жителей края сильны традиции путешествий по России, круизов по Волго-Камской речной системе, сплавы по рекам Усьве, Чусовой и др. В то же время, население проявляет активный интерес к поездкам за рубеж, характеризуется высокой выездной туристской мобильностью, активным участием в массовых культурных мероприятиях, таких как Воздушная ярмарка в Кунгуре, фестиваль Белые ночи в Перми и др. Эти и многие другие туристские региональные традиции находят отражение в дисциплинах Организация туристской деятельности, Экономика и предпринимательство в туризме и сервисе, Менеджмент и маркетинг в сфере обслуживания, Технологии продаж, Организация культурно-массовых мероприятий и др.

Для того, чтобы выпускник географического факультета по туристским направлениям обучения постепенно сформировался как эксперт в туризме, он должен, по нашему мнению, приобрести практический опыт в следующих видах деятельности:

- участие в активных путешествиях, а лучше и руководства путешествиями различных категорий сложности нескольких видов туризма;
- организация и проведение самостоятельных поездок для себя и группы по различным регионам;

- разработка и экспертиза стратегий и программ развития туризма территорий разного масштаба;
- туристско-рекреационный девелопмент, предпринимательская деятельность, бизнес-планирование, проектирование туристских объектов и оценка их эффективности;
- преподавание и тренинги персонала туристской индустрии и администраций территорий.

На получение опыта участия и организации природо-ориентированных путешествий нацелена летняя учебная практика по активному туризму. Ее цель – приобретение навыков организации и проведения активного туристского маршрута в наиболее популярных видах активного туризма – пеший туризм (трекинг), горный туризм, водный туризм (рафтинг) и расширение геокультурного кругозора. География полевых выездов охватывает, прежде всего, Уральские горы на территории Пермского края и Свердловской области. В ходе практик студенты овладевают навыками организации активного туристского маршрута, создания и поддержания благоприятного климата в коллективе, преодоления естественных препятствий, технике безопасности при прохождении туристского маршрута, выбора и использования туристского снаряжения, обеспечения собственной жизни в природной среде, ориентирование по туристским картам района практики. Студенты знакомятся с организацией туристского похода в условиях первозданной природы, учатся бережному отношению к ней, участвуют в экологических акциях. Все это способствует формированию культурно-нравственных качеств, воспитанию чувства патриотизма и любви к родному краю.

Приобретение опыта организации самостоятельных поездок дает летняя учебная практика по экскурсоведению. Целью практики является знакомство с природно-туристскими ресурсами и культурно-историческим наследием, туристско-рекреационными комплексами и организациями, предоставляющими услуги в области сервиса и туризма в Пермском крае, соседних регионах (Челябинской области, Республики Башкирия и др.) или одном из регионов России, а также расширение геокультурного кругозора, закрепление исторических, культурологических, и специальных теоретических знаний. В ходе этой практики студенты знакомятся с процессами функционирования и развития туристско-рекреационных комплексов, учатся выделять объекты туристского внимания и определять их туристскую привлекательность (аттрактивность), овладевают методикой сбора информации и паспортизацией имеющихся туристских и рекреационных ресурсов. Особое место отводится приобретению навыков реализации экскурсионно-туристических программ, созданию культурных маршрутов и выведению на рынок внутреннего (российского) туризма.

Сочетанием в учебных планах бакалавров теоретических, профессиональных дисциплин и практик с выраженной ориентацией на специфику территории проживания и будущего трудоустройства достигается более полное, регионально ответственное решение задач подготовки профессионалов туризма.

THE GROTTA GIGANTE MODEL (GGM)

A. Fabbricatore

Manager of the *Grotta Gigante* and of the *Museo scientifico speleologico della Grotta Gigante* (CAI-SAG TRIESTE) - Grotta Gigante, Borgo Grotta Gigante 42 - 34010 Sgonico (Trieste), Italy
alex.stor@libero.it

The Grotta Gigante Model is a state-of-the-art management model which aims at achieving an environmentally-friendly tourist development of the delicate underground ecosystem of the Grotta Gigante through technical and scientific professional skills.

This Model is a concrete example of effective synergy between science and culture, thanks to the ongoing collaboration with the Università degli Studi di Trieste, the Osservatorio Meteorologico Regionale (OSMER-ARPA), the Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (O.G.S.), the Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, the Civici musei di storia ed arte di Trieste, the Soprintendenza Archeologica e per i Beni Ambientali, Architettonici, Artistici e Storici

del FVG and foreign institutions, academies and universities. Synergy between science and culture but also with the tourist offer, supported by the cooperation with the Agenzia regionale Turismo FVG, the Tourist Consortiums, both local (PromoTrieste) and regional, as well as national and international tour operators.

Caves in general are a window into the past of the Earth enabling us to look into the future.

Based on this assumption, the Grotta Gigante Model wishes to both contribute to the development of underground scientific research (defined as *Naturwissenschaft* by Hubert Trimmel) and sensitise the thousands of people visiting the Grotta Gigante every year to the issues related to the underground world.

Objectives of the Grotta Gigante Model. The *Grotta Gigante* was not explored by chance: the first documented exploration dates back to 1840 by engineer Anton Friedrich Lindner during his search for the river Timavo water to be used for the Trieste waterworks. Lindner did not find water on the bottom of the *Grotta Gigante*; however, he started a series of systematic studies that are still ongoing. As early as 1897 biological, palaeontological and meteorological study campaigns were reported, carried out by G.A. Perko, who said about the *Grotta Gigante*: "...it lacks no grandeur, magnificence or scientific interest". The first archaeological investigations in the *Grotta Gigante* were performed by Ludwig Karl Moser and date back to 1897.

At the same time the *Club Touristi Triestini* acquired the parcels on which the two entrances to the *Grotta Gigante* are found and, after a few years' work to build the steps that still lead to the bottom of the *Grotta*, in 1908 the cave was opened to tourists. From then on, the *Grotta Gigante* has always been open to the public with a total of 3,759,006 visitors at 31 December 2013.

The positive combination of science and tourism led to the installation, in 1959, of a pair of horizontal pendulums and to the opening of the *Museo speleologico della Grotta Gigante (Grotta Gigante Speleological Museum)* in 1963, the first of its kind in Italy.

Analysing the past 20 years of tourist history of the *Grotta Gigante*, it appears that the end-of-century tensions between underground scientific research and the needs of a tourism which was still linked to the indiscriminate exploitation of natural resources, typical of the 60s, have been replaced by a synergy between science and tourism leading to the definition of the *Grotta Gigante Model*.

The *Grotta Gigante Model* aims at marrying the requirements of underground scientific research and the need to spread scientific culture as the basis of a conscious and environmentally sustainable tourism, in order to hand down the cave to future generations as part of the natural heritage.

Scientific research and environmental monitoring. Show caves are the only chance for non speleologists to get to know, see and understand the processes and forms of nature developing underground. Thanks to their accessibility, show caves are also the ideal environment to carry out scientific research.

The *Grotta Gigante*, thanks to its collaboration with the University of Trieste first and all the other local scientific institutions later, has developed a state-of-the-art underground research model on an international level.

Geodetic pendulums. The processing and interpretation of the data used for the study of the Earth's free oscillations, earth tides, local tectonic movements and major earthquakes are carried out by the *Dipartimento di Matematica e Geoscienze* of the Università degli Studi di Trieste with the cooperation of the *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)*. The building housing the pendulums, at the bottom of the cave, also holds the clinometers for the monitoring of the rotation around the horizontal axis of the *Grotta Gigante*.

The large size of the pendulums, whose upper and lower mountings are at a distance of 95 m, enables them to detect tectonic deformation with high precision and naturally removes some of the noise sources which typically affect smaller instruments. The study of the pendulums' movements has enabled to recognise the Earth's free oscillations, the long-term *tilting* of the *Grotta* in the North-West direction, the loading effect of the marine tides of the Adriatic, as well as the deformation caused by the underground floods of the river Timavo. These pendulums are the only instruments to have recorded four of the five largest earthquakes in the last 50 years: the 1960 Great

Chilean Earthquake (the greatest earthquake ever recorded) and the 2010 Chile Earthquake (the fifth world-wide megathrust earthquake), the 2004 Sumatra-Andaman earthquake (third largest quake) and the one in Japan in 2011 (fourth largest quake), allowing an absolute-amplitude comparison of these events. The amplitudes of the Earth's free oscillations are fundamental for the correct calculation of the extent of megathrust earthquakes since in these cases seismic waves represent the event only partially.

We are delighted to announce that the 18th *International Symposium on Earth Tides* by the *International Association of Geodesy - Sub Commission 3.1 Earth Tides and Geodynamics* will be held in Trieste in June 2016, thanks to the cooperation between the *Dipartimento di Matematica e Geoscienze* of the Università degli Studi di Trieste and the *Grotta Gigante*.

Underground hydrology. The *Grotta Gigante* is an important window into the hydrology of the *Classical Karst* thanks to the exploration of a series of wells intercepting the groundwater of the *Classical Karst* down to a depth of -252 m below the entrance height, i.e. 25 m.a.s.l.

The *Dipartimento di Matematica e Geoscienze* of the Università degli Studi di Trieste carries out continuous monitoring of the waters filling the cavities during and after precipitation, cavities within the limestone rock mass which has been undergoing karst dissolution for millions of years. These instruments are part of a network monitoring the Karst waters from the sink of the Reka River in the *Škocjanske jame* (Slovenia, about 30 km S-E of the *Grotta Gigante*) to the Timavo springs of San Giovanni di Duino (Italy, about 10 km N-W of the *Grotta Gigante*). These waters, whose underground course is known only in specific points (at the bottom of caves such as the *Kačna jama*, *Stršinkina jama*, and *Kanjeduce jama* in Slovenia and the *Abisso di Trebiciano*, *Grotta meravigliosa di Lazzaro Jerko* and *Grotta Skilan* in Italy), flow very slowly under normal conditions, yet at a speed of 23 cm/sec during flood events.

The *Grotta Gigante* is part of the monitoring network because during the major flood events the water reaches and goes beyond the bottom of the series of side wells of the cave (*Pozzo Coloni*).

In December 2009 a CTD DIVER was installed in the deepest part of the cave (252 m deep) to continuously measure the level of water, temperature and electrical conductivity: on two occasions an increase of over 30 m in the level of water was recorded.

Seismographic measurements. In 1963 the *Centro di Ricerche sismologiche* of the *Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica sperimentale* (OGS) installed a seismographic station. The instruments were installed by the *Servizio geologico degli Stati Uniti* in accordance with the 120 stations of the World-Wide Standard Seismographic Network (WWSSN) scattered across all continents. In 1996 the WWSSN instruments were discarded and replaced by 3 digital *Streckeisen* broad-band sensors.

The *Grotta Gigante* currently houses the Trieste "TRI" station of the *MedNet* network, owned by the *Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale* (OGS) and the *Dipartimento di Matematica e Geoscienze* of the University of Trieste, which includes modern digital *Streckeisen* broad-band sensors used both for local seismic warning (thanks to the live connection with the *Protezione Civile Friuli Venezia Giulia*) and for the recording of distant events. All data are acquired by OGS for storage, study and world-wide transfer.

The basement of the *Grotta Gigante* Visitors Centre, in close contact with the underlying limestone rock, houses the Trieste monitoring station of the *Friuli Experimental Seismic Network* (FESN), regional branch of the national *Italian Experimental Seismic Network* (IESN), in charge of recording local events, which are then stored at the headquarters of the *Protezione Civile Friuli Venezia Giulia* together with the data from the other stations of the network.

Flora. The *Dipartimento di Scienze della vita* of the University of Trieste monitors the flora at the mouth of the *Grotta*, and carries out an important inspection and prevention activity inside the cave in order to limit the proliferation of *Lampenfora*.

Fauna. As regards the cave's fauna, researches carried out since 1895 have shown the presence of about forty different species, which make the *Grotta Gigante* one of the richest and most investigated caves of the Trieste Karst. Recent researches carried out by the *Museo Civico di Storia naturale* of Trieste have confirmed the compatibility between the tourist use of the cave and the presence of specialised cave fauna.

Radon. A high concentration of Rn -222 has been recorded in many Karst caves all over the world. In order to monitor the trend all over the year different types of surveys were carried out:

- a. short-term measurements with *E-Perm electrets (Electret Ion Chamber EIC)* to study the distribution of radon concentration in the cave;
- b. long-term measurements with active RAD -7 instruments to study the radon concentration trend all over the year;
- c. the correlation of radon concentration with the cave's internal and external temperature and other parameters.

In summer 2010 radon concentrations above 20,000 Bq/m³ were measured in a non-tourist area of the cave. In the same place, radon concentrations below 100 Bq/m³ were detected in wintertime.

The Friuli Venezia Giulia Regional Agency for Environmental Protection, in cooperation with the *Dipartimento di Matematica e Geoscienze* of the University of Trieste studies the radon trend within the *Grotta Gigante*.

Here the annual average values are around 350 Bq/m³, i.e. below 500 Bq/m³ which is the limit imposed by the Italian regulations in force. Another study, conducted both using a high number of electrets, some of which located far away from the tourist path, and using a continuous-recording active instrument (Rad 7) with hourly sampling, revealed:

- a. big differences in concentration from one area to the other of the cave, with higher values (sometimes by several magnitudes) inside branches and secondary tunnels that are not reached by the tourist path, compared to the measurements taken inside the main cavity;
- b. a marked seasonality, especially in the above-mentioned areas with a higher concentration, with peak values above 30 kBq/m³ in summertime and around 100 Bq/m³ on average in wintertime;
- c. the presence of sudden, marked oscillations in the Rad 7 values in those areas and time frames in which the highest concentration levels were measured.

In particular, decreases of approx. 10-15 kBq/m³ over 4-6 hours were recorded, followed by similarly sudden increases able to restore the initial conditions in about the same time.

Laser scanner 3D survey. In order to precisely define the size and shape of the *Grotta* and produce videos and 3D models, an aerial *LIDAR* survey was carried out so as to frame the area of interest and define the topographic surface with centimetric precision. A *laser scanner* survey was conducted in the cave during which 4.5 billion points were recorded with sub-centimetric precision and an average density of 10,000 points/sq m. The processing and analysis of the collected data enabled to define with absolute precision the cave's measurements.

It was therefore possible to transfer the georeferenced survey of the *Grotta Gigante* both to orthophotos and cadastral maps on a 1:1000 scale.

Gravimetry and geoelectrics. Thanks to the use of modern GPS technology, the *Dipartimento di Matematica e Geoscienze* of the Università degli Studi di Trieste, in cooperation with the *Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica sperimentale (OGS)*, was able to complete the gravimetric measurements taken at the Borgo *Grotta Gigante* site.

A geoelectric prospection campaign is now in progress, which has revealed a number of anomalies.

Karstifiable rock erosion. Measurements of the surface dissolution of carbonate rocks are carried out by the *Dipartimento di Matematica e Geoscienze* of the University of Trieste in the first experimental station located in the outbuilding of the *Grotta Gigante Visitors Centre*. Measurements are taken using a special instrument developed by researchers from Trieste, the *micro-erosion meter*. Readings are taken at regular intervals; the average limestone rock erosion since 1980 is approx. 0.02-0.03 mm/year, i.e. an overall reduction of almost 1 mm over 30 years.

Meteorology and climate. From 1 January 1967 meteorology and climate have been monitored by the *Borgo Grotta Gigante Meteorological Station*, which is currently classified as a *Climatological Observatory*. In 2007 the site entered the Meteorological Network of Friuli Venezia Giulia and the Trans-European network for the monitoring of Local Severe Weather phenomena. Furthermore,

the *Servizio idraulica* of the Friuli Venezia Giulia region has installed rain gauges in order to monitor the rainfall. At the bottom of the *Grotta Gigante* a temperature sensor has been installed equipped with an internal micro-processor for function monitoring, data pre-processing, A/D conversion of electrical signals, etc. These features ensure highly accurate and reliable data.

Particulate matter. The sampling of atmospheric particulate matter (PM) and volatile organic compounds (VOCs) is carried out by the University of Trieste in the aboveground site opposite the entrance to the *Grotta Gigante*.

Thanks to a newly developed analytical method it was possible to detect, within the PM, small organic molecules derived from atmospheric oxidation of volatile species released by plants that, due to their origin, are called biogenic secondary organic aerosols (BSOA).

Nature Education Tourism (N.E.T.). The *Grotta Gigante* has developed a nature tourism network in the territory of the Gulf of Trieste called *N.E.T. - Nature Education Tourism*.

The members of the *N.E.T* are: *Grotta Gigante*, *Museo civico di Storia naturale*, *Civico Acquario marino - Orto botanico - Museo del mare*, *Museo nazionale dell'Antartide*, *WWF Area marina protetta di Miramare*, *Giardino botanico Carsiana*, *Riserva naturale regionale Isola della Cona*.

Findings. In the *Grotta Gigante*, which opens into ultrapure Cretaceous limestone, many fossil findings (Rudists) were discovered.

Excavations in a small gallery led to discovery of palaeontological remains such as the *Ursus spelaeus*, the *Rhinoceros*, the *Bos Primigenius*, and archaeological finds dating from the Neolithic to the Bronze Age.

All the fossil and archaeological findings, as well as others coming from the area surrounding Borgo *Grotta Gigante*, are on display at the *Museo scientifico speleologico* of the *Grotta Gigante*, created in cooperation with the Università degli Studi di Trieste, the O.G.S. (Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale), the *Museo Civico di Storia Naturale* of Trieste, the Soprintendenza Archeologica e per i Beni Ambientali, Architettonici, Artistici e Storici del FVG and the Civici musei di storia ed Arte di Trieste.

Cooperation with foreign bodies and institutions. The *Grotta Gigante* has adopted a systematic approach by establishing effective cooperation with prestigious foreign institutions and universities such as the *Naturhistorisches Museum Wien* (Austria), the *Notranjski muzej* of Postojna (Slovenia), the *Ruhr-Universität* of Bochum (Germany) and the *National Antarctic Scientific Centre* (N.A.S.C.). The latter carried out pilot measurements inside the *Grotta Gigante* consisting in a series of observations including gamma dosimetry, gamma spectrometry and radon measurements in cooperation with the ZRC SAZU Karst Research Institute of Postojna (Slovenia), the IJS Istituto Jožef Stefan, Ljubljana (Slovenia), the NASC (Ukraine) and with the support of the RPE AtomKomplexPrylad (Ukraine).

Tourism Environment Research. The cultural heritage created by the *Grotta Gigante* in over 100 years of scientific research activity necessarily had to be offered to tourists with a systematic approach enabling to connect a conscious tourism with the natural environment of the cave and with the popularisation of scientific culture.

Innovation was essential in order to ensure users (rather than tourists or mere visitors) a higher quality by offering rewarding experiences thanks to innovative services enabling to make the most of the site.

The *Visitors Centre*, whose structure blends in with the surrounding Karst environment, was inaugurated in December 2005. The choice of construction types and materials was made according to their environmental impact and eco-compatibility, the building tradition of this specific area and the requirements of the users. The *environmental and landscape restoration* of the *Grotta Gigante* green spaces was also deemed necessary.

In 2009 the cave's electrical system was remade to comply with the regulations in force taking into account energy saving and scenery with the enhancement of the natural concretions and colours of the *Grotta*.

Technological innovation could not be neglected, which is why the *Visitors Centre* as well as the entire underground route were equipped with wifi connection. Thanks to digital devices you can connect via videoconference from inside the cave and show live the spectacular view you are

experiencing. Believing in the use of technology in all its forms, the *Grotta Gigante* could not avoid relying on *Tripadvisor* to be publicly assessed by its users. The cave is also present on all *social networks* (Facebook, Twitter, YouTube, Foursquare, Instagram) and its website www.grottagigante.it is constantly updated.

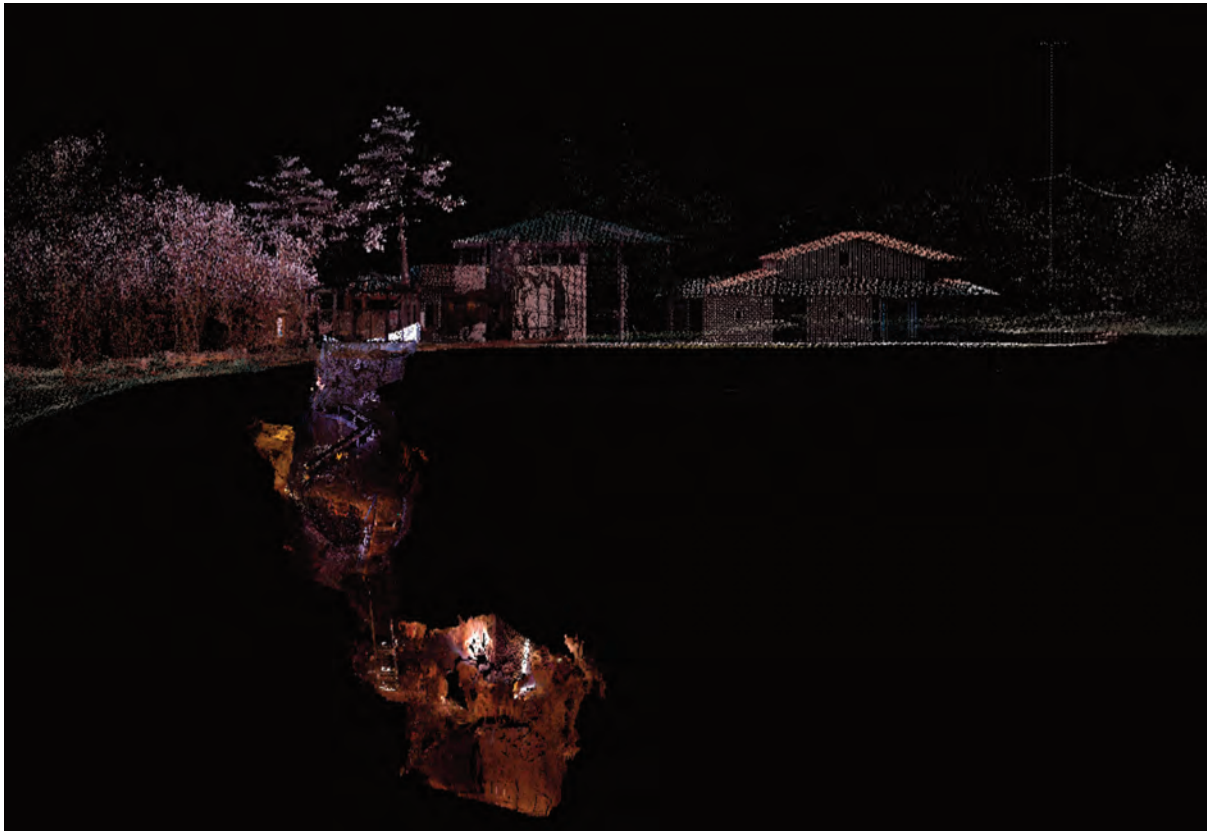


Fig. 1. Grotta Gigante, Italy: Laser scanning image. The visitor centre of the Grotta Gigante, the entrance to the cave and the beginning of the tourist path: the steps welded into steel railways tracks forged at the beginning of the 20th cent. in Austria.



Fig. 2. la Grande Caverna, height 98.50 m, volume 365,000.00 mc (photo by Alessio Fabbriatore)



Fig. 3. la Grande Caverna, the stalagmites have the shape of a pile of plate, a consequence of the splash dripping from a great height (photo by Alessio Fabbriatore)

Considering the cave's remarkable *background*, a tourist model in line both with previous strategies and the European strategy was developed, drawing on the concepts of sustainability, services, enhancement of territorial and natural resources and centring around visitors and their interests and expectations. The *Grotta Gigante* is constantly and dynamically seeking to provide visitors with experiences and good reasons for *experiencing the cave tour with active participation*.

In order to meet these goals, it is necessary to offer an added value such as the one represented by special tours, educational geology workshops focusing on Karst phenomena, underground biology, seismology, and mainly aimed at schools so that *school trips* can actually turn into *educational visits* for pupils and refresher courses for teachers. The *Museo scientifico speleologico della Grotta Gigante* is our latest proposal, enabling to discover various Karst phenomena and to visit the archaeological sites where the displayed finds were discovered, as well as geological phenomena of international interest.

The *Grotta Gigante* can be classified as a competitive, integrated system of great attraction and sustainability enhancing its visit and offering a tourist product of excellence which differs according to the users' requirements.

In order to reach these goals, the cave created a network with scientific research bodies and other local historical and environmental institutions, as well as with local companies (in the food-and-wine sector) and inbound tour operators.

Of great importance the unique and continuous statistical monitoring of the visitors' presence, from the opening of the cave back in 1908 to the present; in actual fact, the *Grotta Gigante* is the oldest regional tourist site and has been open to the public continuously since 1908.

The important partnership with *Turismo FVG*, *PromoTrieste* and the regional tourist consortiums has led the *Grotta Gigante* to develop marketing strategies ranging from the participation in trade fairs, both in Italy and abroad, and workshops to *digital* and *social media marketing*, as well as the distribution of promotional material aiming at giving useful information about the site and how to reach it, without forgetting the organisation of international events that are promoted through the digital network so as to reach all segments of the international tourist market.

Finally, the staff is constantly updated both from a scientific point of view and as regards the reception of tourists.

МУЗЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС «АХМЕТ-ТАУ»: ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

А.А. Гунько

Русское географическое общество, Набережные Челны

«Ахмет-Тау» – название возвышенного массива, протянувшегося вдоль правобережья р. Мензеля к востоку от пос. Сарманово (Сармановский р-н, Татарстан). Его недра уже более 15 лет привлекают внимание отечественных и зарубежных спелеологов – здесь расположен ряд старинных медных рудников, первое литературное упоминание которых, под названием Ахметовских, относится к концу XVIII в. Особое место не только в их числе, но и среди других медных рудников Приуралья занимает Сармановский-1 («Бакыр-базы»). Его уникальность определяется размерами (более 2,1 км) и в целом нехарактерной для рудников XVIII–XIX вв. морфологией. Именно эта морфология, выраженная, в первую очередь, в арочных сводах, обусловила хорошую сохранность выработки на большем ее протяжении. Рудник обладает разнообразными элементами – ярусными штреками с соединяющими их наклонными переходами, вертикальными выработками-колодцами с подрубками для перемещения горняков, «полочками» в тупиках, камерами-расширениями, в одной из которых смыкается 7 галерей. В ряде мест, в основном окраинных, например, в юго-восточной части рудника, сохранился участок разработки, где добыча велась широким штреком, «наложенным» на арочные выработки, что указывает на разновременность разработок. Таким образом, рудник Сармановский-1 представляет огромный интерес как сохранившийся образец технологий и традиций горного дела,

необычность которых для Приуралья вызвала массу предположений относительно его происхождения, одно из которых – «шведский след» – основано на материалах Н.П. Рычкова (1769).

Совокупность благоприятных условий, связанных не только с подземной частью рудника, но и с поверхностью, обладающей красотой пейзажа и наличием первичных инфраструктурных элементов (оборудованный родник, асфальтовая дорога, линия ЛЭП), закономерно вызвала идею музеефикации объекта. В 2003 г. с целью общего обследования и составления заключения о сохранности рудника ТГРУ ОАО «Татнефть» были произведены работы, включавшие геологическое изучение, топографо-геодезическую съемку, изучение физико-механических свойств пород в стенах и кровле с оценкой пластовых давлений. Большая часть подземных работ выполнялась специалистами НПО «Репер». По результатам проведенных комплексных исследований было дано положительное заключение – подтверждена хорошая сохранность основных частей рудника и возможность его использования для организации экскурсий.

К сожалению, разработка проекта по созданию музейного комплекса «Ахмет-Тау» была отложена. С 2010 г. работа была активизирована при поддержке администрации Сармановского района. В 2012 г. на средства республиканского гранта по линии музеев был оборудован старый вход в рудник и расчищена площадка перед ним. В 2013 г. общая концепция создания комплекса была одобрена президентом Татарстана Р. Миннихановым.

Концепция будущего комплекса подразумевает создание нескольких зон, имеющих не только рекреационное, но и научное значение, поскольку Сармановские рудники имеют широкие перспективы для дальнейших исследований, в т. ч. вскрытия ранее недоступных выработок. Основными объектами на поверхности должны стать музей горного дела, а также комплекс построек-реконструкций, отражающих основные элементы в цикле «добыча – переработка» меди: надшахтных построек с конным и ручным воротом; меднолитейный завод с моделью печей и молотовых; заводская плотина и пр.

Центральное место музейного комплекса займет подземный маршрут протяженностью 250–300 м, проложенный в ближней, наиболее интересной части рудника. Кольцевой маршрут, оборудованный освещением, пандусами и лестницами, даст возможность при необходимости обслуживать до 400–500 экскурсантов в день. С целью продолжения исследовательских работ, а также сохранения колонии летучих мышей, в дальней части выработки предполагается выделение «заповедного» участка, доступ в который будет возможен только специалистам. Для свободного вылета рукокрылых будет оборудован один из входов на южном склоне массива.

ПЕЩЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ИХЛАРА-2 В ДОЛИНЕ РЕКИ МЕЛЕНДИЗ

И.О. Грек¹, Ю.А. Долотов², М.В. Леонтьев², Е.Г. Яновская²

¹ВПТК «Поиск», Одесса (Украина)

²Русское Географическое Общество, Москва (Россия)

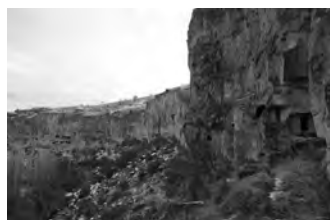


Рис. 1. Фасад комплекса.

Введение. Долина Ихлара (тур. Ыхлара, в древности Перистрема) – каньон общей протяженностью около 15 км и глубиной до 150 м, по которому течет р. Мелендиз (в древности - Потамус Кападукус). Находится он в провинции Аксарай, в 40 км к юго-востоку от г. Аксарай. Это один из самых известных туристских объектов в Каппадокии. Наибольшее внимание туристов привлекают пещерные храмы с хорошо сохранившимися фресками, однако присутствуют в долине и пещерные полости иного назначения – гробницы, залы собраний, убежища, хозяйственные и гидротехнические сооружения.

Группа искусственных пещер, условно названная нами Ихлара-2, располагается в

¹ Такие комплексы в Каппадокии некоторые авторы называют «подземными городами» [4, 3 и др.].

левом борту долины в 0,5 км выше д. Белисирма. Входы в отвесной туфовой скале видны издали (рис. 1). Обвалы скал нарушили целостность пещерного комплекса и в настоящее время мы можем видеть только фрагменты этого сооружения, расположенные на трех уровнях (рис. 2). Мы предполагаем, что высеченные в туфах помещения составляли если не единый, то на определенном этапе использования взаимосвязанный комплекс.

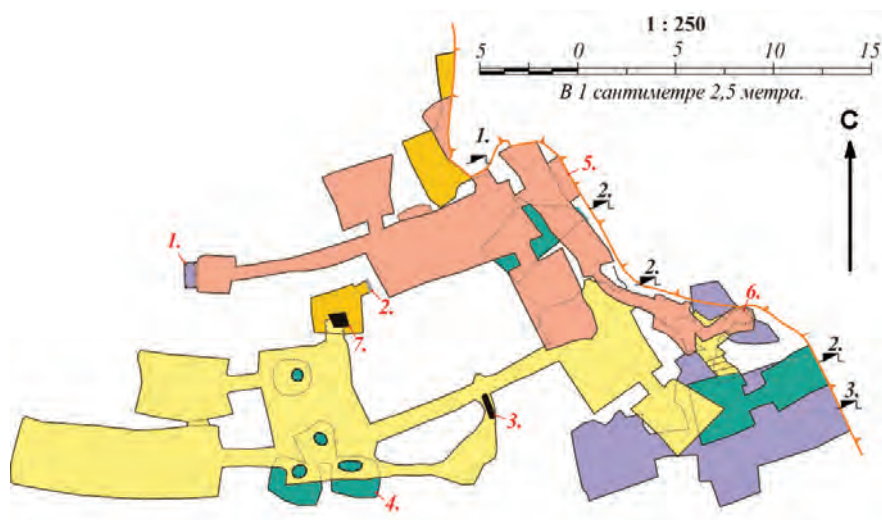


Рис. 2. Сводный план комплекса Ихлара-2. Съемка группы «Стикс», 2014 г. Цифрами обозначены: 1. Колодец глубиной 15 м; 2. Закрытый камнями лаз; 3. Круглая каменная дверь; 4. Ямы для хранения припасов; 5. Галерея верхнего яруса; 6. Колодец между средним и нижним уровнем; 7. Колодец с подружкой под крышку.

Ниже приведено описание сохранившейся части этого сооружения.

Верхний уровень. Верхний ярус (рис. 3) комплекса протягивается вдоль обрывистого борта долины на высоте нескольких метров над склоном, сложенным крупноглыбовым навалом. Вход в помещения расположен на правом фланге комплекса, и представляет собой дверной проем, некогда соединявший два помещения – 3/01 и 3/11. Сейчас помещение 3/11, располагавшееся справа от него, разрушено, также как два помещения под ним (3/12 и 3/13), и проем ведет наружу. Изнутри, со стороны помещения 3/01, проем обработан для установки дверной рамы. Следует отметить, что дверными рамами были оборудованы все проемы в помещении 3/01, причем закрывались эти двери изнутри.



Рис. 3. План верхнего яруса комплекса Ихлара-2.



Рис. 4. Помещение 3/01.

Большое помещение 3/01 (рис. 4) уходит вглубь скального массива, его свод примерно посередине понижается уступом. Слева прорублена дверь в боковую комнату 3/02, в которой устроено световое окно на галерею 3/07. Другая боковая комната (3/03), возможно, служила кладовой. Рядом с ее дверным проемом высечена большая полукруглая ниша. Из помещения 3/01 далее вглубь массива прорублен коридор 3/04, в дальней части опускающийся вниз лестничным маршем и выходящий в небольшую квадратную комнату 3/05. Стены помещений обработаны довольно грубо, видны следы инструмента. Свод центрального помещения закопчен в левом дальнем углу.

Напротив входа, в противоположной стене комнаты, в нише находится устье прямоугольного в сечении колодца 3/06. Над ним в стенах вырублены выемка и полка для установки

поперечной балки. Он оборудован с двух сторон вырубленными ступеньками для спуска в рас-
 поре. Современная глубина колодца 14,8 м, ниже он закидан крупными камнями. О том, что
 колодец водозаборный, свидетельствует бортик, огораживающий его устье (рис. 5, 6).



Рис. 5. Устье колодца 3/06.



Рис. 6. Колодец 3/06.

Из помещения 3/01 в сторону обрыва через дверь со ступенькой можно попасть на га-
 лерею 3/07. Дверной проем была оборудован рамой и, вероятно, засовом, – сохранились пазы
 для установки балки.



Рис. 7. Туалет в помещении 3/10.

Галерея 3/07 высечена в скале вдоль обрыва. Она изначально была оснащена боль-
 шими окнами-проемами. Возможно, она про-
 должалась дальше в направлении вниз по
 долине. В противоположной стене (обра-
 щенной вверх по долине) вырублен архитек-
 турно оформленный вход в узкий коридор 3/08, ве-
 дущий в довольно бесформенную камеру
 3/09, в стене которой намечено незакончен-
 ного продолжения коридора. Также из нее
 проем со ступеньками ведет в камеру 3/10 с
 большим окном, где было оборудовано отхо-
 жее место с тщательно вырубленным сливом
 наружу. Интересны следы частичной рекон-

струкции этого помещения. Хорошо сохранилась только одна опора для ног, другая, очевидно,
 была срублена, но следы ее заметны (рис. 7). Большое окно явно было прорублено позднее,
 при этом, видимо, было уничтожено первоначальное верхнее отверстие над сливом туалета,
 которое позволяло очищать слив естественным образом².

Средний уровень. На среднем уровне (рис. 8) расположена вытянутая вдоль обрыва
 площадка (2/01),³ на которую открываются входы в пещерные помещения, которые она соеди-
 няла между собой, и переходящая в своей юго-восточной части в коридор, в котором слева
 прорублено окно. Сразу за окном расположен колодец 2/12, на глубине нескольких метров за-
 сыпанный. Коридор, опускаясь на несколько ступенек, приводит в помещение (2/04), соеди-
 няющееся с полуразрушенным помещением 2/04а, назначение которых неясно. С правой
 стороны площадки несколько ниже ее уровня расположено прямоугольное, полуразрушенное
 обвалами помещение (2/05), из которого сквозь завал можно рассмотреть какие-то лежащие
 еще ниже полости. Высокое помещение 2/02 с нишами для светильников (?) и емкостью для
 хранения выходит на галерею 2/01. Короткий проход соединяет эту комнату с камерой 2/03.
 Узкий коридор 2/06 соединяет помещение 2/02 с комплексом помещений, расположенных в

² Очевидно, отхожее место было перестроено в более позднее время. Впрочем, подобное устройство также характерно для
 крымских пещерных городов – смотри, например, помещение 4.02 на Мангупе [2] (С. 152-153; см. рис. М.62 и фото 343, которое
 не дает, к сожалению, полного представления о его устройстве).

³ Ранее она представляла собой галерею, по-видимому, аналогичную галерее 3/07.

глубине скального массива. Этот коридор, высотой 1,8 м, защищен большой круглой задвигающийся каменной дверью (рис. 9).

Зал (2/07) расположен непосредственно за коридором (2/06). Еще один узкий коридор, возвращаясь, приводит в помещение 2/11, которое предназначено для закрывания двери в проходе 2/06. В северной стене помещения 2/07, устроен вертикальный колодец К1 (+3,9 м), который приводит в небольшую комнату 2/08. В нем расклинена каменная крышка, прикрывавшая его сверху. Узкий проход, ведущий из этой комнаты в восточном направлении, в настоящее время засыпан. В полу помещения 2/07 устроены четыре емкости для хранения (похожие на зерновые ямы). Их глубина 2,2 м, а ширина 1,4 м. Интересно отметить, что в нижней части все они соединены проломами - сбойками неправильной формы. Сохранился обломок прикрывавшей горловину крышки. Еще один коридор, выходящий из помещения 2/07, соединяет его с помещением (2/09) со сводчатым потолком. Короткий проход соединяет так же помещения 2/07 и 2/10. Комнаты 2/09 и 2/10 соединены между собой двумя сбойками.

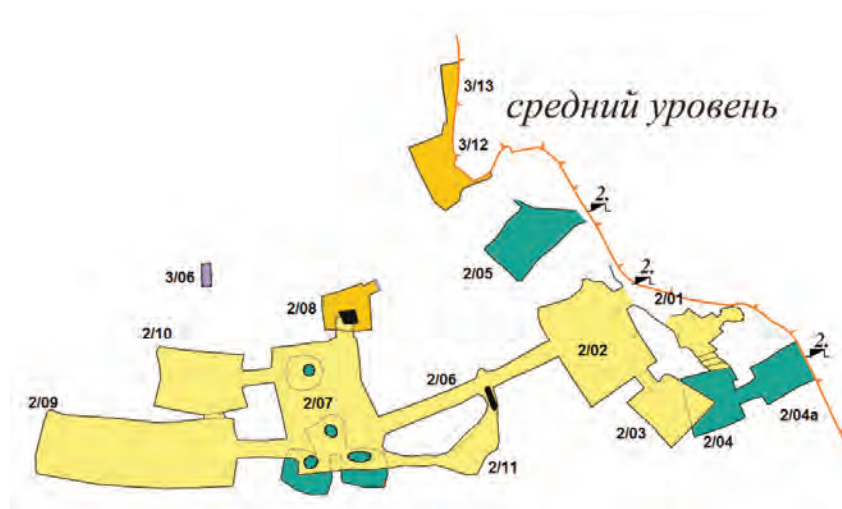


Рис. 8. План среднего яруса комплекса Ихлара-2.



Рис. 9. Коридор 2/06 с круглой дверью.

Таким образом, на среднем уровне мы видим убежище с объемом помещений 303 м³, защищенное каменной дверью и имеющее запасной выход на верхний горизонт, защищенный четырехметровым вертикальным колодцем (К1) с крышкой. Колодец К1 служит не только для защиты помещения 2/08, но и для вентиляции комнат 2/07, 2/08, 2/09, расположенных в глубине скального массива.

Нижний уровень. Мы можем также видеть несколько пещер, расположенных на несколько метров ниже уровня галереи среднего уровня 2/01. Входы в них сейчас практически полностью засыпаны обрушениями скального массива. По всей видимости, на этом уровне существовали еще какие-то помещения, ныне погребенные глыбовыми навалами.

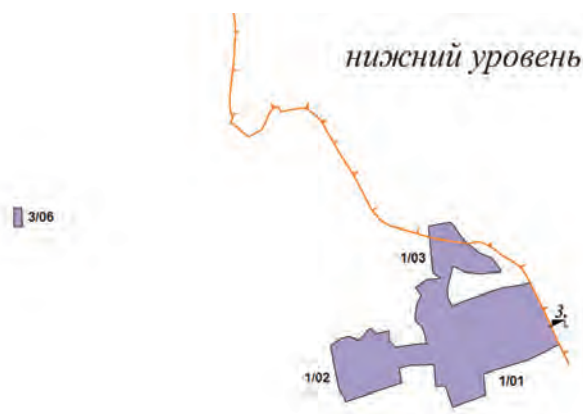


Рис. 10. План нижнего яруса комплекса Ихлара-2.

Под выходом 2/04а сохранилась небольшая пещера из трех помещений (рис. 10), первые два (1/01 и 1/02) оснащены нишами, полочками и корытом и, по-видимому, имеют хозяйственное назначение. В боковой нише помещения 1/01 имеется лаз в помещение 1/03, почти заполненное наносами, по-видимому, из засыпки колодца 2/12.

Выводы. Важно отметить, что исследованная нами группа искусственных пещер вписана в окружение других объектов, расположенных в долине Ихлара, в том числе и других искусственных пещер, и по-видимому, функционально связана с ними.

Это типичный скальный комплекс, который развивался снизу вверх вдоль скального обнажения.

Назначение помещений плохо сохранившегося нижнего яруса неизвестно. Средний ярус содержит элементы, характерные для «подземных городов», такие как узкие галереи, уходящие вглубь скального массива, и круглые задвигающиеся каменные двери. Очевидно, они предназначались для обороны этого комплекса. В глубине располагались хранилища продуктов (с предположительно зерновыми ямами) и помещения, в которых вероятно размещались также животные. Здесь есть кормушки и петли-привязки, характерные для других пещерных комплексов Каппадокии (не исключено, что они могли быть более поздними элементами оборудования).

Интересно, что помещения этого комплекса, снабженные емкостями для хранения припасов, расположены только на среднем горизонте. Логично было бы расположить хранилища припасов в самых верхних, наиболее защищенных помещениях комплекса. Можно предположить, что комплекс создавался не одновременно, и верхний ярус является наиболее поздним. Соотношение его с нижними ярусами не ясно; на разделяющих ярусы участках скалы видны следы полностью разрушенных помещений, но соединялись ли ярусы через них, или по открытым лестницам на фасаде, сказать нельзя. Интересно, что колодец 2/12 находится точно под туалетом в помещении 3/10, и возможно, изначально был предназначен для сбора нечистот, что может говорить как о едином плане сооружения всего комплекса, так и одновременности ярусов (туалет мог быть построен в более позднее время, когда галерея 2/01 среднего яруса уже была разрушена в результате обвала и/или землетрясения, и колодец 2/12 был заброшен).

Оборонительные устройства, защищающие верхний ярус комплекса, не сохранились. Под площадкой 2/01 лежит круглая жерновообразная каменная дверь, что говорит о том, что какие-то еще оборонительные сооружения здесь, возможно, существовали. В настоящее время к убежищу определено можно отнести только часть среднего яруса, защищенную круглой дверью-задвижкой в коридоре 2/06.

Основываясь на наличии комнат с запирающимися изнутри дверями и световыми окошками, копотью на потолке, туалетом, можно предположить, что помещения третьего яруса в какой-то период существования имели жилое назначение.

Подобные комплексы с туалетами в Каппадокии датируются временем не ранее XII-XIII вв. [3].

В подобных одновременных комплексах сложно определить основное (или первоначальное) назначение. Вероятно, в качестве временного убежища комплекс использовался лишь некоторую часть своей истории. Учитывая монашеское заселение долины, в какой-то период пещеры могли быть использованы в качестве жилой части киновии (монастыря общежитского устава, в котором монастырское хозяйство и проживание осуществлялось совместно). Предположительно, сама церковь данного комплекса не сохранилась.⁴

Нельзя исключить, что пещерный комплекс это гражданская постройка, принадлежавшая представителю власти или большой крестьянской семье.

Однако сопоставление сведений об устройстве и организации подобных комплексов в Каппадокии, возможно, позволит датировать (хотя бы в довольно широком диапазоне) создание таких сооружений на основании общности хозяйственных, оборонительных или архитектурных решений.

Литература

1. Бобровский Т.А., Грек И.О. Скальное убежище в долине Земи близ поселка Гореме в Каппадокии // Спелеология и спелестология. Сборник материалов IV международной научной заочной конференции. – Набережные Челны: НИСПТР, 2013.

⁴ Пещерные церкви позволяют датировать подобные объекты, иногда в целом, а иногда некоторые стадии их развития [1].

2. Гуськов А.А. Атлас пещерных городов Крыма. – Харьков: Курсор. 2008.
3. Gülyaz M.E., Yenipinar H. Rock settlements and underground cities of Cappadocia. – Nevşehir, 2003.
4. Demir Ö. Cappadocia. Cradle of history. – Ankara: Pelin Ofset Ltd. Sti, 1996.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСКУРСИОННОГО ОСВОЕНИЯ ПЕЩЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДИВНОГОРЬЯ

С.К. Кондратьева

Природный, архитектурно-археологический музей-заповедник «Дивногорье», Воронеж
kosofia@yandex.ru

Сегодня Дивногорье - это не только хутор в Лискинском районе Воронежской области, не только Природный, архитектурно-археологический музей-заповедник площадью 1,1 тыс. га, но с 2013 г. и памятник регионального значения – достопримечательное место «Природно-культурный комплекс «Дивногорье», площадь которого с учетом охранных зон около 11 тыс. га. На его территории расположен Свято-Успенский мужской монастырь, восстановленный в 1997 г.

Среди многочисленных исторических и природных памятников Дивногорья особое место занимают искусственные пещерные комплексы. Именно они привлекали большинство туристов и паломников. С середины XVIII в. путешественники ехали в Дивногорье, чтобы увидеть не только меловые останцы-дивы, но и таинственные пещерные храмы. Среди них натуралист С.Г. Гмелин, писатель Г.П. Данилевский, художник Е.Л. Марков и мн. другие. «Смотрителями» в то время были монахи, в обязанности которых входил показ подземных сооружений. Некоторые из иноков были и прекрасными «экскурсоводами». «В беседе с полуслепым, бедным сторожем пустынного храма видятся над Доном иные времена и иные люди» – описывал свои впечатления от посещения комплекса в Больших Дивах Г.П. Данилевский [2].

Пещерные комплексы Дивногорья. Всего в Дивногорье известно шесть культовых пещер и пещерных комплексов. Все они вырублены в меловом массиве правобережья рр. Тихая Сосна и Дон на участке протяженностью около 8,5 км. Самый западный из них – пещерный комплекс в Больших Дивах расположен в основании мелового останца-дивы. Комплекс имеет два яруса объединенных лестничным переходом. Нижний ярус состоит из пещерной церкви Сицилийской иконы Божией Матери и обводной галереи с рядом расширений, верхний – включает три помещения хозяйственно-жилого назначения. Первое документальное упоминание о пещере в Больших Дивах относится к 1831 г., когда здесь была обретена Сицилийская икона Божией Матери. Согласно же монастырскому преданию, задолго до этих событий пещерный храм был создан основателями монастыря Ксенофонтом и Иоасафом. С 1856 г. комплекс находился в ведении Дивногорского Свято-Успенского монастыря. Для притока посетителей к пещерам и обеспечения доступа к ним редких посетителей здесь была поставлена деревянная сторожка, где проживал монах. Тысячи паломников посещали Большие Дивы в XIX в. на праздник Успения. Интересно, что вплоть до начала 1930-х гг. здесь велись богослужения. Далее до середины 1980-х гг. комплекс свободно посещался как местными жителями, так и туристами, а меловой останец использовали для своих тренировок альпинисты. За это период внутри произошли серьезные разрушения. Самые значительные из них – утрата части фасада, нарушенность кровли в центральной и алтарной части храма, крупный завал протяженностью 14,5 м в галерее. Укрепительные работы были начаты в 1987 г., еще до создания музея-заповедника¹. В 1989-1990 гг. реставрационные работы велись специалистами Эстонского филиала института горного дела им. А.А. Скочинского, а с 1993 по 1995 гг. воронежскими специалистами из ООО «Реставратор». Массив был укреплен скрытыми железобетонными анкерами. Колонны наращивались с помощью специально выпиленных меловых блоков. Для

¹ Филиал Воронежского областного краеведческого музея в Дивногорье был создан в 1988 г. В 1991 г. Природный, архитектурно-археологический музей-заповедник «Дивногорье» стал самостоятельным учреждением культуры.

остальных работ использовался состав из воды, гашеной извести и мела. Под музейные нужды было отведено два небольших помещения: северо-западный и юго-восточный участки галереи. В одном из них установили распределительный электрический щит. Таким образом, комплекс был подготовлен для экскурсионного использования [4]. В 2010-2011 гг. произведено переоборудование стационарного пещерного освещения с полной заменой на светодиодное.

В 2,1 км к северо-востоку от хут. Дивногорье на территории Дивногорского мужского Свято-Успенского монастыря, расположен пещерный комплекс в Малых Дивах. В комплекс входит пещерная церковь Рождества Иоанна Предтечи, обводная галерея с двумя часовнями и келейные помещения. Галерея, направленная в сторону наземных помещений, в настоящее время отрезана завалом. Комплекс упоминается в документах с 1653 г., хотя есть предположения и о более раннем его возникновении [1]. Период расцвета монастыря приходится на XIX в. В советское время здесь был дом отдыха, а позднее противотуберкулезный санаторий. Посещение пещер никак не регламентировалось, что привело к появлению многочисленных надписей. Укрепительные работы в Малых Дивах велись в 1992-1993 гг. также специалистами института горного дела по приглашению музея-заповедника. Неустойчивые блоки пещерного храма были закреплены анкерами, а на месте утраченных восточных колонн сделали опоры. В 1996 г. галерею расчистили от завалов, а в 1998 г. была проведена реставрация алтарной части, включая проход в нее через южный вход. В 2002-2005 гг. были продолжены реставрационные работы в храме, к сожалению уже без учета исторических форм. Была изменена форма царских врат и входов в боковые помещения, наращены и оштукатурены колонны, на меловой пол положена плитка [4]. Руководство монастыря уже несколько лет пытается найти возможность для дальнейшей реставрации. В 2012-13 гг. на меловом останце над храмом установлена главка и воссоздан престол на основании исторических источников. После восстановления монастыря богослужения в пещерном храме велись на праздник Рождества Иоанна Предтечи, затем даже по праздникам служили в отреставрированных наземных церквях и лишь в 2013 г. снова было организована служба в пещерном храме. В настоящее время христианские пещеры в Малых Дивах активно посещаются туристами и паломниками. Комплекс не электрифицирован.

В 1,18 км к северо-востоку от Дивногорского монастыря и в 800 м к западу от с. Селявное расположен пещерный комплекс Дивногорский-3 (Селявинский). Документально известно, что он был создан в середине XIX в. местными крестьянами и вскоре передан в ведение Дивногорского монастыря. Вход в пещеру расположен на крутом склоне и труднодоступен. Комплекс хорошо сохранился. Основными составными элементами его являются пещерный храм, галереи и отдельные помещения неясного назначения. Часть комплекса была разрушена. Так западный фрагмент оказался отрезан от основной системы [3]. В настоящее время памятник не включен в экскурсионную деятельность музея-заповедника.

В непосредственной близости к Дивногорскому-3 расположена пещера Ульяны (Дивногорская-4, «Каземат»). Возможно, у создателей был план соединения двух пещер, который так и не был реализован. Предположительно пещера была создана не ранее 1870-х гг. Она представляет собой систему пересекающихся галерей и лазов изобилующих большим числом мелких архитектурных элементов. Основной вход находится на краю крутого оврага. Данная пещера также не подвергалась реставрации и не включена в экскурсионные маршруты музея-заповедника.

На территории Природно-культурного комплекса «Дивногорье» в 1 км от хут. Вязники в недрах горы Шатрище расположен Шатрищегорский пещерный комплекс. В середине XVII в. здесь был основан Шатрищегорский Спасо-Преображенский монастырь, просуществовавший всего один век. Позднее наземные постройки пришли в упадок, а пещерный комплекс передали Дивногорскому монастырю. Еще в начале XX в. в комплекс входила пещерная церковь, впоследствии разрушенная при добыче камня. До настоящего времени сохранилось лишь одно обособленное помещение – келья. Большая часть же представлена рядом коротких ходов и галерей винтообразно спускающийся к подножью горы на глубину 30 м. Данный памятник является излюбленным местом отдыха самодеятельных туристов. Он легкодоступен и, как следствие, сильно замусорен и покрыт современными граффити.

На юго-востоке от горы Шатрище на склоне балки расположена небольшая пещера «Богородица», названная так в связи с тем, что на меловом останце рядом с ней когда-то находилась икона. Пещера представляет собой П-образный коридор и небольшую камеру [5]. Туристам о ней известно меньше, чем о других пещерах Дивногорья, тем не менее, она также доступна для самостоятельного посещения, что приводит к ухудшению её состояния.

Таким образом, из шести пещер Дивногорья лишь две включены в экскурсионные маршруты и посещаются организованно. Остальные, несмотря на наличие охранного статуса, реально никак не охранялись. Хотя по генеральному плану развития территории 1991 г. планировалась музеефикация не только церковью в Больших и Малых Дивах, но также пещерного комплекса «Дивногорский-3». Планы по ряду объективных причин остались нереализованными.

Экскурсионное освоение пещерных комплексов. К моменту образования музея-заповедника, Дивногорье было излюбленным местом самодеятельного туризма. Перед новым учреждением культуры стояла задача упорядочить неорганизованный поток, изменить отношение к запустевшим пещерным комплексам, закрепив за ними не только формальный статус памятника истории и культуры. Для организации качественного экскурсионного обслуживания были собраны исторические справки, разработаны экскурсионные маршруты. Сегодня посещение комплекса в Больших Дивах входит в большинство наиболее востребованных экскурсий музея-заповедника. Одним из современных преобразований, улучшивших качество экскурсионного обслуживания, стало создание дистанционно управляемого художественного освещения и включение в экскурсию церковной музыки, что влияет на эмоциональное восприятие объекта. В храме работает мультимедийная экспозиция «Лики меловых храмов», в ходе которой на одну из стен в притворе проецируются видеосюжеты, посвященные истории данной церкви, меловым пещерам Среднего Дона в контексте общемировой истории создания христианских подземных сооружений. Этот проект был реализован при поддержке Благотворительного фонда В. Потанина. Также разработано образовательное занятие для детей среднего школьного возраста по архитектуре и истории пещерного комплекса. Если в 1992 г. количество людей, посетивших музей-заповедник, составляло 300–500 человек за летний экскурсионно-туристический сезон, а число экскурсий было не более 50 [6], то в 2013 г. пещерный комплекс посетило более 30 тыс. человек и было организовано более 1000 экскурсий.

Поскольку пещерный комплекс в Больших Дивах является не только памятником истории и культуры, но и действующим объектом религиозного почитания – во время богослужений и в церковные праздники вход в храм свободный. В другое время увидеть его изнутри можно только в составе экскурсионной группы. Исключением является организованный осмотр храма в паломнической группе. Продолжительность экскурсии в комплексе в среднем 40 минут. К сожалению, открыть доступ для индивидуальных посетителей в настоящее время не представляется возможным. Это связано со многими факторами. Например, с отсутствием в музее-заповеднике смотрителей или видеонаблюдения за объектом, которое бы препятствовало возникновению на стенах современных надписей. Даже если бы эта проблема была решена, непрерывный поток индивидуальных посетителей создает шум, а акустика здесь является важной составляющей эмоционального восприятия храма. Кроме того, посещение с экскурсионной группой позволяет продемонстрировать темноту подземного пространства и возможность пройти по галереям с источником живого света. Конечно, ограничение на посещение храма без экскурсии многим неудобно, но в настоящее время это самый оптимальный способ эксплуатации пещерного комплекса.

Частным вопросом является разрешение на фотографирование внутри пещерного храма. Фотографии являются важным инструментом распространения информации об объекте. При этом свободное фотографирование во время экскурсии приводит к многочисленным вспышкам, которые зачастую слепят экскурсовода и посетителей, и дополнительному шуму. В настоящее время фотосъемка разрешена, но на нее необходимо выделение дополнительного времени во время экскурсии.

Организацией экскурсий в пещерный комплекс в Малых Дивах занимается монастырь. Как и в музее-заповеднике, экскурсии продолжительностью около 40 минут проводятся по определенным часам. К сожалению, качество экскурсионного обслуживания зависит от знаний

монаха или трудника. Их рассказы иногда не соответствуют историческим и даже физико-географическим данным, но отличаются образностью и многообразием «преданий».

Обратимся к сложностям и перспективам экскурсионного освоения пещерных комплексов, которые в настоящее время не эксплуатируются. Для минимальной защиты культовых пещер от произвола неорганизованных туристов уже в этом году к началу экскурсионно-туристического сезона планируется установка трех информационных аншлагов – одного у пещеры Дивногорская-4, и двух у Шатрищегорского пещерного комплекса. Следующим шагом должна стать расчистка помещений от завалов мусора. Это можно сделать силами волонтеров. Для сохранения памятников необходимо предотвратить их бесконтрольное посещение. Планируется расчистка привходовых частей, установка дверей, не препятствующих естественной циркуляции воздуха и пролету рукокрылых, установка безопасных лестниц с удобным шагом, в том числе внутри комплексов.

Самым ресурсозатратным и сложным по реализации является проведение реставрационных работ, включающих укрепление сводов. Интересное решение музеефикации пещеры Дивногорская-3 предложил А.А. Гунько. Ввиду близкого взаиморасположения с пещерой Дивногорская-4 можно разработать проект их соединения. При работах в пещере Дивногорская-3 особое внимание необходимо уделить сохранившимся карандашным надписям XIX – середины XX вв.

Следует учитывать тот факт, что памятники находятся на достаточном отдалении как друг от друга, так и от администрации музея-заповедника. Вокруг пещерных комплексов должна быть создана минимальная туристическая инфраструктура, включающая, в случае пещер у села Селявное туалет, а в случае Шатрища возможно еще и дополнительные сервисы, связанные с питанием, автостоянкой, сувенирной продукцией и организацией ночлега. Любой желающий должен в часы работы музея-заповедника иметь возможность посетить памятник. Для этого рядом с комплексами должно быть место дежурства экскурсовода и охранника.

Разрозненность памятников порождает проблему доставки к ним гостей музея-заповедника. Одним из возможных решений может стать разработка веломаршрута. Путь к памятникам должен быть снабжен понятной и яркой навигацией.

Для экскурсионного освоения пещерных комплексов важно выявить уникальность каждого из них, то, на чем может быть акцентировано внимание посетителей. Например, для пещеры Дивногорская-3 это может быть показ уникальных карандашных граффити. В Шатрищегорской пещере акцент может быть сделан на геологию, существование крупнейшей в области естественной полости, а также биологию – живых хозяев пещеры – от водорослей и грибков до летучих мышей.

При воплощении данных планов у музея-заповедника появилось бы три новых уникальных экскурсионных объекта, которые бы привлекали разные категории населения. Это крайне важно для разведения экскурсионных потоков и снижения рекреационной нагрузки на основную территорию. Данный проект требует значительных кадровых и финансовых вложений, но если мы хотим сохранить пещерные комплексы, то вопрос о временном закрытии доступа к ним для последующей реставрации должен быть поставлен в ближайшей перспективе.

Литература

1. Амелькин А.О. Дивногорская обитель // Русская провинция. Вып. 2. Сост. Р.В. Андреева – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1995.
2. Г.Д. Дивногорск (очерк из путевых заметок) // Литературные прибавления к Журналу Министерства Народного Просвещения. – 1853 (ноябрь).
3. Гунько А.А., Кондратьева С.К. Западный фрагмент пещерного комплекса дивногорский-3 // Пещеры: сборник научных трудов. – Пермь, 2013. – Вып. 36.
4. Кондратьева С.К. Восстановление пещерных комплексов Дивногорья в конце XX – начале XXI вв. // Восточноевропейские древности: сборник научных трудов. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2012.
5. Степкин В.В. Пещерные памятники Среднедонского региона // Спелестологические Исследования. Вып. 4.: Культовые пещеры Среднего Дона. – М.: РОСИ, 2004.

6. Чижикова Е.А. Экскурсионная деятельность музея-заповедника «Дивногорье» // Дивногорский сборник: Труды музея-заповедника «Дивногорье». Воронеж: Научная книга, 2012. – Вып.3.

САБЛИНСКИЙ КОМПЛЕКСНЫЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ - РЕКРЕАЦИОННАЯ ЗОНА

А.В. Цуба

ГБОУ Гимназия №248, Санкт-Петербург, annden@bk.ru

Для конца XX и начала XXI века характерен рост интереса и влечения людей развитых стран к природе. В связи с этим повсеместно активно развиваются туризм, виды спорта и отдыха связанные с природой. Увеличивается поток туристов, отдыхающих в лесу, в горах, растет общее антропогенное влияние на последние участки дикой природы. Соответственно усиливается и природоохранная работа – расширяется сеть заповедников, резерватов, национальных парков, памятников природы, в том числе и объектов геологического наследия. Прежде всего, они аккумулируют в себе геологическую информацию, необходимую для развития науки, успешного поиска и добычи минеральных богатств, познания истории развития нашей планеты. Эти «жемчужины» природы, сокровища ландшафта нашей Родины благотворно влияют на формирование души и интеллекта подрастающего поколения. Школьники, студенты, посещая их, знакомятся с красотой и богатством природы своего края, закрепляют в сознании услышанное на лекциях и занятиях, наглядно ощущают течение геологических процессов, формирующих и изменяющих лик планеты, начинают формировать свое мировоззрение. Одним из таких объектов является Саблинский региональный комплексный памятник природы. Он расположен в Тосненском районе Ленинградской области. Сама же область расположена на северо-западе Русской равнины, а именно на Приневской низменности. Большая часть территории области заболочена, протекающие реки имеют преимущественно темный цвет воды. Неудивительно, что имеющиеся здесь водопады, пещеры, песчаные обнажения, каньонообразные долины рек Саблинки и Тосны представляют огромный геологический интерес. Местность эта впервые в 1976 году была признана особо охраняемой природной территорией и получила статус памятника природы (Постановление Правительства Ленинградской области № 145 от 29.03.1976), а Постановлением Правительства Ленинградской области № 494 от 26.12.1996 были определены границы памятника природы, площадь (220 га) и режим его охраны. Цель создания – сохранение природного комплекса долин рек Саблинки и Тосны, включающего выходы древних геологических пород, водопады, искусственные пещеры, Саблинский лесопарк, редкие виды растений и животных.

Памятник природы расположен в долинах рек Саблинки и Тосны. На этом участке реки прорезают Ордовикское плато, образуя глубокие каньонообразные долины со скальными обнажениями. В обнажениях ордовикских плитчатых известняков встречаются окаменелости - трилобиты, ортоцератиты и др., а также друзы и щетки пирита. Конкреции пирита встречаются также в кембрийских глинах. На территории памятника присутствует два каньона – на р. Саблинке и на р. Тосне. Каньон р. Саблинки начинается ниже Саблинского водопада в 0,5 км и протягивается на 1 км вниз по течению вплоть до слияния с р. Тосной. Глубина каньона в средней части – около 30 м. Обрывистые берега каньона сложены кембрийскими и ордовикскими песчаниками и известняками. Каньон лучше наблюдать ранней весной, поздней осенью или зимой, когда нет листьев.

Разноплановые геологические исследования, проведенные здесь в разные годы, связаны с именами таких замечательных геологов как В.Т.Г. Фокс-Странгвейс, Х.И. Пандер, Я.Г. Зембицкий, И.С. Бох, Э.И. Эйхвальд, А.Ф. Фольборт, С.С. Куторга, А.А. Кейзерлинг, В.В. Ламанский, А.П. Карпинский, Ф.Б. Шмидт, А.Е. Ферсман, И.В. Мушкетов, Б.Е. Райков, А.А. Борисяк, М.М. Тетяев, Л.Б. Рухин, Р.Ф. Геккер и др.

Каньон р. Тосны наблюдается от «Графского» моста и вверх по течению реки до Тосненского водопада. Его длина по реке составляет 3,8 км. Глубина каньона – 20-25 м в нижней

части, и около 11 м – у водопада. Обрывистые берега часто прерываются террасированными участками. Поэтому долину р. Тосны часто называют каньонообразной.

Саблинка и Тосна берут начала из болот. Вода в них – типичная болотная торфяная насыщенная гумусовым веществом, вымываемым из растений при торфообразовании.

На территории находятся два водопада: Саблинский высотой 3,4 м, шириной 10 м и Тосненский шириной около 30 м. Известняки, из которых состоят Саблинские пещеры и каньоны рек Тосны и Саблинки, – сравнительно прочные породы, а вот песчаники и сланцы, залегающие под ними, размываются в руслах рек значительно быстрее. Так на Саблинке и Тосне возникли уступы водопадов. Саблинский водопад считается самым большим в Ленинградской области. Его высота – 3,4 м. Тосненский водопад немного ниже, зато в ширину он достигает 30 м. Размывая породы ложа реки, водопады продвигаются вверх по течению приблизительно на 1 м за 10 лет. Скорость продвижения Саблинского водопада в литературе приводится различная – от 20 до 60 см/год. В разные годы скорости продвижения водопада были разными, так как они зависят от количества паводковых вод. Продвижение водопадов происходит в основном во время паводка. Куски известняковых уступов откалываются, падают в эрозионные котлы, разрушаются и выносятся вниз по течению рек в виде щебня и песка. Были годы, когда на Тосненском водопаде откалывались куски уступа до 5-7 м², а были года, когда после малоснежной зимы и слабого паводка продвижение уступа составляло всего несколько см. Историческое прошлое у Тосненского водопада гораздо богаче Саблинского, поскольку р. Тосна не только древнее и полноводнее р. Саблинки, но и потому, что р. Тосна пересекает глинт – уступ в рельефе, от которого начал путешествие Тосненский водопад. Это произошло примерно 11 тысяч лет назад, когда отступило Иольдиевое море от своего абразивного берега (Балтийско-Ладожский глинт). От слияния двух рек начал свое движение Саблинский водопад и, разрушая собственное основание, он добрался до могучей одинокой сосны, которая теперь едва удерживается на самой вершине обрыва.

Зимой водопад превращается в совершенно фантастическое зрелище. Ледяные сталактиты и сталагмиты играют на солнце радужными лучами.

В берегах рек есть входы в искусственные пещеры, представляющие собой сложные лабиринты с суммарной длиной в десятки километров разной степени устойчивости, с подземными озерами и ручьями. Еще 150 лет назад во времена Екатерины II в России начала развиваться стекольная промышленность, и в Саблино с 1860 года велась интенсивная добыча кварцевого песка. Способ добычи песка здесь был особенный – камерно-столбовой, когда при проходке в качестве креплений оставлялись столбы-колонны, которые чередовались с камерами, где велась основная добыча. Так и появились Саблинские пещеры. В пещерах образуются кальцитовые натечные образования и даже “пещерный жемчуг”. Всего в Саблино 14 пещер, в каньоне р. Тосны находится 11 и в долине р. Саблинки – 3. На р. Саблинке подземные ходы имеют длину по 10-15 м с узкими завалившимися проходами, которые называют лисьими норами. Самые интересные и протяженные пещеры располагаются по берегам р. Тосны недалеко от “Графского” моста. Самой крупной является пещера «Левобережная», охраняемая и открытая только для организованных посетителей в сопровождении опытных проводников-спелеологов. Пещера расположена недалеко от моста через р. Тосна, ее галереи протягиваются под лесопарком и поселком более чем на 300 м, а общая длина ходов лабиринта превышает 5,5 км. В пещере закартированы 3 подземных озера, глубина которых достигает в некоторых местах трех метров. Площадь озер составляет многие квадратные километры. Микроклимат здесь постоянный – температура воздуха +8°C.

В пещерах расположена самая крупная в области зимовка летучих мышей. Здесь встречено 6 из 10 видов рукокрылых, отмеченных в Ленинградской области: ночница Наттерера, прудовая ночница, усатая ночница, водяная ночница, ушан и северный кожанок. Эти маленькие пушистые зверьки совершенно безобидны и беззащитны. В летнее время они питаются насекомыми, уничтожают ночных сельскохозяйственных вредителей. Во время зимовки трогать их и даже освещать ярким светом нельзя, так как разбуженная мышь не найдет себе пропитания и умрет от истощения. А еще сюда иногда залетают бабочки и тоже остаются на зиму. Так и спят они на белом камне, покрытые капельками росы.

Склоны каньонообразных долин рек Саблинка и Тосны покрыты лесами, в которых обычны широколиственные породы деревьев и кустарников: вяз, липа, клен, ясень, орешник, жимолость. Флора сосудистых растений памятника природы «Саблинский» насчитывает 503 вида из 85 семейств. В травяном покрове часто встречается редкая для области разновидность колокольчика широколистного, занесенного в Красную книгу Ленинградской области и Красную книгу Балтийского региона. На луговых участках распространены первоцвет весенний и высокий, они тоже занесены в Красную книгу Ленинградской области и Красную книгу Балтийского региона.

Несомненной достопримечательностью Саблинского природного заповедника является Александровский лесопарк, располагавшийся в XIX веке на правом берегу р. Саблинка. Александровский лесопарк был ухоженным, с аллеями, театральными площадками, здесь работали садовники. Сюда любили приезжать петербуржцы на отдых. Ниже Саблинского водопада находилась плотина и лодочная станция. В парк свозилась древесная и травянистая растительность с разных уголков России. Здесь произрастали различные виды берез, кленов, сосны, дуба. В настоящее время много вековых деревьев вырублено и почти все заросло подлеском (береза, ольха, осина). Широко распространен орешник-лещина. Из травянистой растительности встречаются папоротник, хмель, несколько видов архидных: любка двулистная, ятрышник пятнистый и кроваво-красный. Встречаются и другие редкие растения: ветреница дубравная, медуница, купальница европейская, первоцвет лекарственный, хохлатки, ландыш майский, кукушник, горечавка легочная и др. Из кустарниковых произрастает малина, смородина, жимолость, волчье лыко. Ягодные растения представлены черникой, брусникой, костяникой, земляникой, голубикой.

У слияния рек Саблинка и Тосны, с 1920 по 1925 г.г. располагалась учебная станция географического факультета Ленинградского университета. По инициативе академика А.Е. Ферсмана и профессора Я.С. Эдельштейна было использовано имение знатного рода Кейзерлингов под общежитие для студентов географического факультета Ленинградского университета. Оно располагалось на правом берегу р. Саблинка, у водопада. В 1925 году учебная станция была переведена от места слияния р. Тосна и Саблинка на 1150 м выше по течению р. Тосны. Здесь она располагается и сегодня.

На территории памятника природы имеются также памятники культуры и истории. Ниже Тосненского водопада, в 350 м на правом берегу р. Тосны находятся развалины бывшей бумажно-картонажной фабрики Эггерса, которая существовала здесь в конце XIX – начале XX веков. Здесь производили картон и бумагу, в том числе и для книжного производства. На Невском проспекте в XIX веке находился известный в то время книжный магазин Эггерса, который и был хозяином этой фабрики. У водопада были построены железнодорожный мост и плотина с дубовыми шлюзами, и вода подавалась по каналу на небольшую турбину, где вырабатывалась электроэнергия для фабрики Эггерса. Это была одна из первых гидроэлектростанций в Санкт-Петербургской губернии. Позже, на месте фабрики организовали гончарную мастерскую.

В долине р. Тосна находится место, где по предположениям располагался лагерь князя Александра Невского перед битвой со шведами. Рядом со стоянкой Александра Ярославовича на левом берегу р. Тосны в 150 м от ее слияния с р. Саблинкой находится очень живописный крутой обрыв. Это так называемое «23 обнажение», известное еще с начала XX века. Оно не оставило равнодушным художника Алексея Васильевича Тыранова, который в 1827 г. запечатлел это замечательное место на своем полотне. Картина называется «Вид на реке Тосно близ села Никольского». Она находится в экспозиции Государственного Русского музея.

Пустынька - усадьба, связанная с именем русского писателя, поэта и драматурга Алексея Константиновича Толстого, когда-то стояла на правом, высоком и обрывистом берегу р. Тосны. К сожалению, усадьба не сохранилась. Усадьба, по воспоминаниям современников, напоминала «роскошный замок» среди живописных ландшафтов. В Пустыньку к Толстому часто приезжали друзья: критик и публицист Боткин, писатели Сергей Аксаков, Иван Гончаров, поэт Афанасий Фет, поэт В.С. Соловьев.

В 1924 году в Саблине жила семья писателя В. Бианки, один из его рассказов – рассказ «Засони» – о летучих мышках, зимующих в пещерах, и во многих других рассказах Бианки про-

слеживаются мотивы Саблинской природы. Летом 1928 года снимала дачу поэтесса О. Бергольц, создавшая здесь несколько стихотворений “Саблинского цикла”.

Я лично познакомилась с Саблинским памятником природы во время летней практики, будучи студенткой факультета географии и геоэкологии Санкт-Петербургского университета. Это было еще в 1996-1997 годах, пещеры были открыты, соседние поселки малочисленны. Затем, работая в школе, неоднократно привозила сюда группы учеников на экскурсии и полевую практику. Сейчас Саблинский природный памятник для меня – любимейшее место отдыха, место наблюдений за природой и удивительный источник знаний.

Как и раньше, он привлекает огромное количество туристов. Саблинский памятник природы – рекреационная зона с широкими возможностями, т.е. традиционно используемая природная или специально организованная территория, где жители населенного пункта проводят часы досуга (парки, скверы, национальные парки и др.). Через парк проходит множество организованных групп с экскурсоводами, есть экскурсии выходного дня для всех желающих. И, конечно, берега рек, на которых любят отдыхать жители Тосненского района и Санкт-Петербурга, пропускают через себя сотни людей и автомобилей в неделю при условии хорошей погоды. К сожалению, не все отдыхающие помнят о бережном отношении к природе и сотрудники памятника природы не достаточно внимания уделяют проблеме загрязнения живописнейшего места Ленинградской области.

В 1992 г. по инициативе общественности (спелеологи, геологи, экологи) руководство Ленинградской области приняло решение о начале работ по созданию Саблинского природоохранного экскурсионно-туристического центра (геоэкологического заказника). Основой концепции предприятия была организация действенного контроля состояния ООПТ и ее охраны на средства, получаемые от регламентированной экскурсионно-туристической деятельности. Творческий коллектив, состоящий из профессионалов спелеологов, геологов, экологов, горных инженеров ВСЕГЕИ и др. организаций, под руководством Ю.С. Ляхницкого, успешно осуществил работы исследовательского и проектного этапов. Они велись на средства природоохранных фондов Ленинградской области и Тосненского района. Комплекс исследовательских работ включал геоэкологические, топографические, биологические, спелеологические, микроклиматические, радиационные, радоновые, гидрологические, гидрохимические, горнотехнические и др. исследования. Проектные разработки осуществлялись с помощью специалистов проектных институтов и НИИ «Гипрогор», Гипроруда, Всероссийского маркшейдерского института. Специально разрабатывались мероприятия для обеспечения безопасной зимовки рукокрылых. Созданный проект был положительно оценен Экологической экспертизой, руководителями Тосненского района, природоохранной общественностью, геологами и спелеологами.

Далее начался процесс регламентированного обустройства памятника. В пещере Левобережная был оборудован подземный экскурсионный маршрут, включающий крепление неустойчивых участков, бетонирование оголовков входов, регулирование гидрологического и микроклиматического режимов, прокладку экскурсионной тропы и т.д. Было проведено первоочередное обустройство на поверхности (каменные лестницы на крутых склонах на маршруте), начато ограждение наиболее ценных участков памятника. Установленный режим способствует сохранению экосистемы при локализации потока посетителей на экскурсионных, экологических тропах, в рекреационных зонах. Эти мероприятия способствуют также успешному проведению учебного процесса Государственного Университета в ходе летних студенческих геологических практик. Студенты осматривают самые свежие и доступные обнажения в пещере, где прекрасно видны все тонкие фациальные особенности древних отложений кембрия и ордовика (косая слоистость, текстуры перемыва, отстойники и т.д.).

Опыт создания Саблинского природоохранного экскурсионно-туристического центра, в целом свидетельствует, что выбранное направление работ отвечает поставленной задаче и способствует как улучшению состояния объекта, так и проведению воспитательной, образовательной работы, а также облагораживает общую экологическую и социальную ситуацию. За годы существования центра его посетили десятки тысяч школьников, семейные группы, люди самых разных возрастов и профессий. Особенно важно, что Саблино посещают школь-

ники, подростки, многим из которых увиденное «открывает глаза» на красоту родной природы, геологию, экологию, спелеологию. В ходе экскурсии они 3-4 часа слушают лекции и одновременно осматривают замечательные природные объекты. Воспитательная польза от таких экскурсий намного превышает результаты посещения музеев и классных занятий.

Литература

1. Кузнецов К.К. Геологические экскурсии. – Ленинград: Недра, 1978. – 175 с.
2. Натальин Н.А., Ляхницкий Ю.С., Слепнева Т.Н., Орлова В.В. Саблино – неизвестная страна. Уникальные памятники природы России. – СПб.: ЛООО «Сохранение природы и культурного наследия», 2007. – 200 с.
3. Свицерская М.Д., Храбрый В.М Сохраним для потомков. Особо охраняемые природные территории Ленинградской области. – Лениздат, 1985. – 141с.
4. Сорокина И.А., Бубырева В.А., Ликсакова Н.С. Атлас дикорастущих растений Ленинградской области. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 664с.
5. Хазапович К.К. Геологические памятники Ленинградской области. – Л., Лениздат, 1982. – 79с.
6. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://tosno.allnw.ru/sablino.html>
7. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.sablino.ru/sablnav.htm>
8. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.sablino.net/index.php>

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КЛАСТЕРА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

А.Н. Полухина

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»
г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3.

Введение. Развитию экономики любого региона России сегодня уделяется пристальное внимание, как в трудах исследователей, так и в государственных программах и стратегиях социально-экономического развития. Постоянно предпринимаются попытки обобщить те или иные подходы к разработке стратегий развития региональной экономики. Данная проблема имеет особую актуальность в отношении такой активно развивающейся отрасли как туризм.

В XX веке туризм стал уникальным явлением и феноменом столетия, прочно войдя в жизнь сотен миллионов людей. Эта высоколиквидная сфера хозяйственной деятельности является одной из самых популярных в среде предпринимателей. Под данным Всемирной туристской организации (ВТО) прогнозируется общий рост доходов от туризма к 2020 г. до 2 трлн. долларов в год [16]. По другим данным, доходы от этого вида деятельности уже составляют около 4 трлн. долларов [3].

Доля туризма в ВВП Российской Федерации составляет 2,5%, с учетом мультипликативного эффекта – 6,3%. При эффективной государственной поддержке и продвижении туристских возможностей доля туризма в ВВП Российской Федерации может существенно вырасти. В то же время в международном рейтинге конкурентоспособности стран в туристском секторе, опубликованном Всемирным экономическим форумом в марте 2009 года, Россия заняла лишь 59 место из 133 стран, при этом природные богатства нашей страны оцениваются на 5 месте, а объекты культурного наследия – на 9 [14].

В Российской Федерации принята федеральная целевая программа по развитию туризма до 2018 года, получившая начало концепции федеральной целевой программы «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011 – 2016 годы)», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 2 августа 2011 года №644. Программа направлена на продвижение российского туристского продукта на мировом и внутреннем рынках путем развития туристско-рекреационного комплекса нашей страны и повышения качества туристских услуг. За основу взят кластерный подход – сосредоточение на ограниченной территории предприятий и организаций, занимающихся разработкой, про-

изводством, продвижением и продажей туристского продукта, а также смежной деятельностью. Планируется создать туристско-рекреационные и автотуристские кластеры в 25 наиболее перспективных регионах. Всего выделено 7 основных туристических направлений - Серебряное кольцо России, Золотое кольцо России, Юг России, Большая Волга, Сибирь, Прибайкалье и Дальний Восток.

В кластерах предусмотрено строительство современных комфортабельных гостиниц и отелей, кемпингов, кафе и ресторанов, спортивных, развлекательных и торговых объектов, автостоянок и другой обеспечивающей инфраструктуры. Общий объем финансирования федеральной целевой программы – 332 млрд. руб. Средства федерального бюджета составляют 28,9%, региональных – 7,5%. Основное финансирование планируется вести за счет частных инвестиций. Отбор инвестиционных проектов будет осуществляться на конкурсной основе. Причем планируется возместить инвесторам из федерального бюджета часть затрат по привлеченным кредитам и займам. Также предусмотрены субсидии регионам на софинансирование строительства обеспечивающей инфраструктуры. 24 декабря 2010 г. была принята Целевая программа «Развитие туризма в Республике Марий Эл на 2011 – 2016 гг.». Республику Марий Эл можно представить в качестве потенциального регионального туристского кластера. Считаем, что привлекательным фактором развития сферы туризма является уникальность Марийского края в историко-культурном и экологическом аспектах.

Целью работы является выявление проблем, тормозящих развитие экологического кластера в Республике Марий Эл. Представим краткую характеристику экологических туристских ресурсов нашей территории. Республика Марий Эл изобилует красивейшими местами, привлекающими множество туристов с различными целями: культурно-познавательными, экологическими, рекреационными и др. Среди таких объектов, можно выделить национальный парк «Марий Чодра», заповедник «Большая Кокшага», множество санаториев и пансионатов, а так же большое количество озер и рек. Но прежде всего, в данной статье речь пойдет о пещерах и горах Республики Марий Эл, которых тоже насчитывается большое количество. Одним из первых объектов, которому следует уделить внимание, является урочище «Нолькинский камень», который представляет собой огромный, тянущийся на многие километры, глубокий овраг на границе Сернурского и Куженерского районов у поселка Горняк.

Главной достопримечательностью урочища являются старинные подземные каменоломни, в которых много лет назад добывали жерновой камень. Штольни изучены спелеологами, ходы некоторых из них вгрызаются в толщу каменной горы на расстояние до 300 м. Даже самым жарким летом в пещерах можно обнаружить удивительные по красоте и размерам ледяные сталактиты и сталагмиты. Отдельные штольни неплохо сохранились, но в основном каменные коридоры достаточно узкие и извилистые, воздух в них застоявшийся, своды могут обрушиться, так что неподготовленным туристам вход туда запрещен. На сегодняшний день каменоломни заброшены и заросли лесом, и в то время как некоторые штольни обвалились, входы в другие скрывает густой кустарник. Для обзора туристским группам доступно несколько десятков штолен в основном на левом берегу Нольки. Температура в пещерах даже в июльскую жару не превышает 6-8 градусов, а стены и потолок до сих пор хранят следы копти, кое-где попадаются прислоненные к стене начерно обделанные жернова. Многие туристы заходят глубже и могут попасть в царство снега и льда. Вода, просочившись в штольни по трещинам, замерзает, образуя гроздь ледяных сталактитов, стены искрятся от инея, местами на потолке влага смерзается в замысловатые сверкающие кристаллы, а пол становится идеально ровным от замерзшей воды. Часть урочища «Нолькинский камень» сегодня входит в природно-исторический заказник «Горное заделье», одна из функций которого – охрана памятников народного промысла по изготовлению жерновов. Хотя каменоломни давно утратили свое практическое значение, они свидетельствуют о большом трудолюбии и упорстве горняков, создавших эти рукотворные пещеры.

Следующим объектом в Республике Марий Эл является гора «Карман-Курык», расположенная в Моркинском районе, в низкогорной части Вятско-Марийского вала, и являющаяся комплексным геологическим памятником природы федерального ранга. Следует отметить, что данный объект является не только природным, но и историческим памятником. Она при-

влекает своей живописностью, растительностью и карстовыми явлениями и может служить местом учебных экскурсий и экспедиций для учащихся всех возрастов при изучении природы родного края, а также для отдыха всех категорий граждан. У подходов к горе предлагается примерная схема горы и возможные варианты осмотра. Гора Карман Курык подразделяется на Большой Карман и Малый карман. Высота горы Карман-Курык достигает 224,2 м и именно здесь располагается южная часть Вятского Увала, который пересекает весь Марийский край. Марийско-Вятский Увал начинается в Кировской области, проходит в меридиональном направлении по Республике Марий Эл и заканчивается в Татарской республике. Наибольшее развитие он получил в Моркинском районе (гора Чукша) – его длина здесь около 130 км, ширина до 40 км, наибольшая высота 284 м. Речные долины, прорезающие вал, глубоко врезаны и в некоторых местах напоминают горные ущелья. Особенностью Большой горы Карман Курык являются карстовые явления. Воронки, провалы, пещеры возникают благодаря деятельности подземных вод, протекающих по трещинам известняков и гипса, создавая пустоты. В последнее время этот участок горы испытывает большую нагрузку, так как здесь ежегодно проводятся массовые мероприятия. При более рациональном использовании ресурсов без ущерба для природы туристы могут прекрасно провести отдых.

Существует опыт проведения праздника с участием около 8 тыс. чел., однако следует отметить, что массовое паломничество может превысить предельно-допустимую норму пребывания в природной зоне, и тогда Кармангора может потерять свою уникальность. Гора Малый Карман-Курык долгое время являлась естественной крепостью, которая имела крутые обрывистые склоны, каменистые выступы и хороший обзор на все стороны. С трех сторон гору окружают овраги и карстовые провалы, а с востока от горы находится маленькое провальное озерцо. Эта гора отличается тем, что здесь больше сохранились редкие растения, и она имеет более крутые склоны с северной стороны. В средней части его есть открытые скалы крутизной до 70-80°. Есть участок, где имеется крутой спуск длиной 82 м из самой высокой точки в самую низкую. Эту местность можно использовать для прокладки горнолыжных спусков. С северной стороны гора имеет глубокие карстовые провалы и отсюда возможна глубинная добыча полезных ископаемых, однако в этом пока не нуждаются. Поднимаются сюда туристы серпантинном и организуют привалы на вершине. В верхней части горы есть равнина, здесь в 50-х годах были попытки добычи щебня. Сейчас на ней очень бедная почва, поэтому растительность очень скудная и растут только карликовые ели. Считается, что именно тут и находилась известная Вотякская крепость, что по-марийски и является карманом, этим укреплением в дальнейшем пользовались и сами мари. Объект имеет научное и учебно-просветительское значение. Вокруг горы имеются одно озеро, три искусственных пруда и три заболоченных участка. С целью приближения туристов к водоемам место для отдыха располагается в промежуточной части горы: между подножием и вершиной на лужайке Рамананга. Полагаем, что значение экологического туризма для страны в ближайшее время будет возрастать.

Обратимся к понятию кластер. Существует несколько определений понятия «кластер» и достаточно большой опыт развития «кластерной» экономики во многих странах. По определению создателя теории кластера американского профессора М. Портера: кластер – это группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний (поставщики, производители и др.) и связанных с ними организаций (образовательные заведения, органы государственного управления, инфраструктурные компании), действующих в определенной сфере и взаимодополняющих друг друга [10].

Портер подчеркивает, что успешное развитие кластера требует наличия устойчивой стратегии развития. По его мнению, кластера являются организационной формой консолидации усилий заинтересованных сторон, направленных на достижение конкурентных преимуществ в экономике. Главная цель создания кластера - это возможность для бизнеса и региона развиваться, создавая долгосрочную стратегию развития предприятий на 5-10 лет [17].

Как известно, Майкл Портер предлагал применять теорию кластеров в промышленности, но на сегодняшний момент активно рассматриваются возможности применения указанной теории для разработки стратегий развития регионального туризма. Например, в ФЦП «Развитие внутреннего и въездного туризма в РФ (2011 – 2018 гг.)» сказано: «Кластерный подход пред-

полагает сосредоточение на ограниченной территории предприятий и организаций, занимающихся разработкой, производством, продвижением и продажей туристского продукта, а также деятельностью, смежной с туризмом и рекреационными услугами. В рамках формирования туристско-рекреационных кластеров на основе научно-обоснованных решений, а также с использованием механизмов государственно-частного партнерства будут созданы необходимые и достаточные условия для скорейшего развития туристской инфраструктуры, а также сферы сопутствующих услуг. Успешные технологии, примененные в нескольких пилотных туристско-рекреационных кластерах, предполагается распространить на все перспективные с точки зрения развития внутреннего и въездного туризма регионы страны, тем самым обеспечивая ускоренный возврат как государственных, так и частных инвестиций» [14].

Кластер туризма образуется вокруг так называемого «корневого» бизнеса – бизнеса, которым занимаются туристские фирмы, создающие туристский продукт. Но при этом они перекупают услуги других бизнесов: гостиничного и ресторанного, перевозок, торговли, развлекательного и других. Предприятия всех этих бизнесов и образуют кластер туризма. Основной принцип, создающий преимущество кластера: сотрудничать на местном уровне, чтобы конкурировать на глобальном. Инициатива создания кластера может принадлежать как правительству, так и бизнесу. Усилия правительств обычно направляются не на поддержку отдельных предприятий и отраслей, сколь бы не был значительным их вклад в экономику, а на создание условий для развития кластера и развития взаимоотношений внутри него. Турфирмам всегда приходится работать в условиях конкуренции, как на местном, так и на внешнем рынках. Это стимулирует создание кластера. Хорошо известно, что весь туристский мир давно использует ассоциации как форму сотрудничества, которые по сути дела являются прообразом кластера [13].

По мнению известного исследователя международного туризма А.Ю. Александровой, опыт показывает эффективность развития кластеров туризме [1]. Особенностью возникновения туристского кластера является необходимость создания технологических связей (в основном бизнес-связей) между предприятиями и секторами экономики, участвующими как в производстве, так в реализации туристского продукта и услуг, т.е. создании условий реализации туристско-рекреационного потенциала региона. Туристские кластеры формируются на базе ключевых туристско-рекреационных ресурсов региона. Участниками туристского кластера помимо предприятий и организаций, обеспечивающих производство и реализацию туристских продуктов и услуг, могут стать представители администрации, научно-исследовательские институты, образовательные учреждения, профессиональные объединения, представители общественности и т.д. Туристский кластер может формироваться как на локальном (муниципальном), так и на региональном уровнях. Также существуют примеры межрегиональных туристских кластеров [15].

Исследованиями доказаны некоторые преимущества, которые дает муниципальная экономическая система, организованная по схеме кластера. Несомненно, что повышение эффективности деятельности малых и средних предприятий кластера увеличит налогооблагаемую базу региональной экономики, что представляет собой важный побудительный мотив для руководства региона заниматься содействием развитию малого и среднего бизнеса. Тиражирование, перенос знаний, успешных методик и алгоритмов на другие предприятия, входящие в кластер позволяет значительно повысить их общую экономическую устойчивость, а значит и конкурентоспособность региона [6].

В настоящее время подход к региональному развитию, основанный на кластерах, находит в России все большее понимание. Организационные и концептуальные принципы формирования кластеров изложены в Концепции кластерной политики в РФ, принятой правительством РФ в 2008 г. [15]. Развитие туристских кластеров на территории региона проходит несколько этапов: от проявления инициативы местной администрации и представителей бизнеса до определения стратегического развития территории, т.е. разработки комплексной программы развития туризма в регионе.

Таким образом, можно отметить следующее: во-первых, при разработке стратегии развития туризма в регионе обязательно следует учитывать и подробно описывать взаимосвязь

предприятий сферы туризма и предприятий, производящих сопутствующие услуги, для обеспечения более качественного удовлетворения потребностей туристов; во-вторых, при более пристальном рассмотрении принципов применения и определения элементов кластерного подхода, можно отметить, что кластерный подход содержит ярко выраженную экономическую составляющую. Данный подход более детально рассматривает вопросы взаимодействия хозяйствующих субъектов (т.е. предприятий, организаций). В-третьих, собственно кластерная теория на данный момент изучена пристальнее, поэтому кластерный подход сегодня широко применяется для практических разработок стратегий и программ туризма.

Оценивая возможность применения описанных выше концептуальных подходов для разработки стратегии развития туризма в таком регионе, как Республика Марий Эл, обратимся к Целевой программе «Развитие туризма в Республике Марий Эл на 2011 – 2016 гг.», принятой 24 декабря 2010 г. Основные цели программы:

- 1) формирование на территории Республики Марий Эл современных конкурентоспособных туристско-рекреационных комплексов и туристской инфраструктуры;
- 2) создание качественного и доступного туристского продукта, способного удовлетворить потребности жителей Республики Марий Эл, российских и иностранных граждан и обеспечить стабильное дальнейшее развитие сферы туризма;
- 3) обеспечение вклада туристской отрасли в социально-экономическое развитие Республики Марий Эл за счет увеличения доходной части республиканского и местных бюджетов, создания новых рабочих мест, повышения качества жизни населения республики в городах и районах, участвующих в мероприятиях Программы.

В перечне задачами программы указано: интеграция туристских ресурсов Республики Марий Эл в создаваемые межрегиональные туристские кластеры (автотуризм, круизный туризм и другие). Продвижение туристских ресурсов Республики Марий Эл на российский и мировой туристский рынок [11]. В программе указан общий объем финансирования 3 826 522 тыс. рублей. В перечне мероприятий 2 раздела указано создание 3 кластеров: создание кластера сельского туризма «Просторы» в Республике Марий Эл; создание туристско-рекреационного кластера «Волжский»; создание кластера «Марий Эл на Волге». Проанализируем характеристику названных кластеров, представленную в программе.

Создание кластера сельского туризма «Просторы» включает ряд мероприятий, которые, по нашему мнению, не объединены не только территориально (за исключением того факта, что все указанные объекты находятся на территории республики), но и практически не имеют экономических взаимосвязей. В кластер «Волжский» включены 2 проекта: создание комплекса активного отдыха и туризма «Луговой» (строительство комплекса «Луговой» и подъездной автодороги); и проект Волжского района (строительство туркомплексов «Кентавр» и «Морской глаз», включая строительство подъездных автодорог). Кластер «Марий Эл на Волге» (г. Йошкар-Ола – Воскресенский парк, г. Козьмодемьянск, г. Звенигово, с. Кокшайск, пос. Юрино) составили: капитальное строительство на территории указанных городов и поселений, а также работы по дноуглублению и установка дебаркадеров приобретение паромов [11].

Таким образом, заявленный в Целевой программе «Развитие туризма в Республике Марий Эл на 2011 – 2016 гг.» принцип формирования стратегии развития на основе кластерного подхода, не применяется. Полагаем, что подобное отношение к разработке важнейшего стратегического документа, определяющего направления развития регионального туризма свидетельствует о недостаточной компетентности авторов программы, и будет иметь негативные последствия в ходе ее реализации, так как для успешного развития и функционирования регионального туристского кластера необходимо разработать и внедрить новую стратегию управления.

Выводы. Проанализированы возможности применения кластерного подхода к разработке стратегии управления экологическим туризмом, выявлено, что имеющийся туристский потенциал по данному направлению значителен. Полагаем, что при разработке стратегии развития сферы туризма по направлению экологический туризм желательно применять кластерный подход, учитывая территориальные особенности.

Литература

1. Александрова А.Ю. Туристские кластеры: содержание, границы, механизм функционирования // Современные проблемы сервиса и туризма. 2007. – № 1. – С. 51-61.
2. Амирханов М.М., Базрыкин Ю.А., Чувашкин П.П. Особые экономические зоны и развитие туризма. – Сочи: СГУТиКД, 2006. – С. 71.
3. В Астане завершила работу 18-я Генеральная ассамблея Всемирной туристской организации (ЮНВТО) // Туристические новости. [Электронный ресурс] / Режим доступа к ст.: <http://www.indigotur.ru/tnews/6/> Дата обращения 12.10.2009.
4. Ефремова М.В. Основы технологий туристского бизнеса. – М.: Ось-089, 2009. – С. 58-59.
5. Журова С.С. Участие субъектов РФ в разработке ФЦП «Развитие внутреннего и въездного туризма в РФ (2011-2016 гг.)» // Материалы круглого стола «Развитие внутреннего и въездного туризма в РФ: проблемы и решения» VI Байкальского экономического форума. Иркутск, 2010. [Электронный ресурс] / Режим доступа к ст.: <http://www.budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2010>. Дата обращения 05.11.2010.
6. Илларионов А.Е. Стратегические кластеры в муниципальной экономике. [Электронный ресурс] / Режим доступа к ст. <http://journal.vlsu.ru/index.php?id=723> Дата обращения 23.01.2012.
7. Купер К.Д., Флетчер Д.Н. Экономика туризма. – СПб.: СПГИЭА, 2008. – С. 185.
8. Морозов М.А. Туристские дестинации и закономерности их развития. – М.: МИГМТ, 2005. – С. 90-91.
9. Морозов М.А. Экономика и предпринимательство в СКСиТ. – М.: Финансы и статистика, 2006. – С. 65.
10. Портер М. Конкуренция – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – С. 207.
11. Республиканская целевая программа «Развитие туризма в РМЭ на 2011-2016 гг.». Йошкар-Ола, 2010. 25 с. (Приложение 1, 2). Режим доступа: http://portal.mari.ru/minsport/Pages/tag_programs.aspx Дата обращения 22.01.2012.
12. Рябова И.А. Словарь международных терминов. – М.: Просвещение, 2005. – С. 304-305.
13. Туристский кластер Бурятии. Байкальский туристский альянс // Буряад унэн. – 2007, 25 мая. С. 5 Режим доступа к ст. <http://www.nbrb.ru/books/element.php?ID=2754> Дата обращения 16.01.2010.
14. ФЦП «Развитие внутреннего и въездного туризма в РФ (2011 – 2018 гг.)». Москва, 2011. 189 с. Режим доступа к ст. <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=60107> Дата обращения 26.09.2011.
15. Шабалина Н.В. Введение в туристскую кластеризацию. Режим доступа к ст.: <http://bzm.su/articles/article-05> Дата обращения 22.01.2012.
16. Frangially Fr. World Tourism: global and region review. – Paris, Roma: UNWTO, 2010. – 176 pp.
17. Porter M. The competitive advantage of nations. – New York: The Free press, 1990. – 270 p.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ПРОСТРАНСТВА И ПАМЯТНИКОВ В ПОДЗЕМНОМ АРХЕОЛОГИЧЕСКОМ МУЗЕЕ Г. МОСКВЫ (ТЕРРИТОРИЯ МУЗЕЯ «ПАЛАТЫ БОЯР РОМАНОВЫХ»).

Т.Т. Абрамова¹, Г.К. Щуцкая²

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова;
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы;

²Музей «Палаты бояр Романовых», 103012, Москва, ул. Варварка, д.10

В настоящее время во всем мире происходит понимание необходимости сохранения культурного наследия. В связи с этим в России был принят «Закон об охране и использовании памятников истории и культуры». Особое внимание в этом документе уделено организации и проведению археологических раскопок. Для Москвы, как мегаполиса, это большая проблема, ведь дальнейшее развитие города невозможно без перевода многих объектов городского хозяйства в подземное пространство.

С конца XX века в центре Москвы начали строить такие подземные сооружения, но перед этим велись археологические исследования, в результате которых были обнаружены памятники XI-XII в.в. и средневековой Москвы. Это раскопки на Манежной площади, Никольской улице, в Зарядье и др. Часть памятников были изъятые из земли и переданы в музеи, но большинство из них, особенно крупные находки, сохранить и музеефицировать не удалось.

Вопрос о создании в мегаполисах археологических заповедников, а также вопрос об организации музеев под открытым небом или под землей неоднократно ставился на Международных конференциях и симпозиумах, в частности такой организацией как «ИКОМ» (международная ассоциация музеев).

Однако сохранение археологических памятников, находящихся ниже уровня земли, до настоящего времени является малоизученной и сложной проблемой. Связано это со специфическими условиями функционирования подземного сооружения: отсутствие ультрафиолетовых лучей, хорошей вентиляции и определенным температурно-влажностный режим. Все это создает благоприятную среду для грибковых и солевых новообразований на поверхности стен и экспонатах, что приводит к нарушению экспозиционного вида и разрушению памятников за счет процессов соле- и биокоррозии. Но с этими процессами можно бороться.

Карстовые подземные пещеры – это природные образования. В их эксплуатации есть свои особенности. Рассмотрим проблемы сохранения первого в Москве подземного археологического музея, расположенного на территории филиала Государственного Исторического музея «Палаты бояр Романовых».

Музей был построен на месте археологического раскопа в 1990 г. (рис. 1). Его экспозиция включает собственный археологический материал, полученный при двух раскопках 1983-1985 г.г. и 2005 г., и дает представление о Москве, о древнем районе Зарядье и усадьбе бояр Романовых XVI века (рис. 2). Главной частью экспозиции является руинированная печь-поварня XVI в., входившая в состав двора Романовых (рис. 3). Еще один уникальный объект - «окно в прошлое» - это музеефицированная часть стены археологического раскопа, химически закрепленная *in situ* в 1989 г. [1]. В этом археологическом памятнике, в грунте культурного слоя XVI-XVII в.в. представлена керамика, кости, а также остатки строительного материала (кирпич и «белый камень») (рис. 4).



Рис. 1. Археологический раскоп на территории музея «Палаты бояр Романовых»



Рис. 2. Экспозиция археологических объектов в подземном музее

Для обеспечения сохранности перечисленных объектов с 1990 г. проводились регулярные наблюдения за эксплуатацией музея. До 2005 г. археологические памятники в музее находились в хорошем состоянии. К этому времени после проведения первых археологических раскопок прошло более двух десятков лет, и возникла необходимость дополнительных исследований. Новые археологические раскопки были проведены уже в помещении подземного музея летом 2005 г. Было вскрыто более 13 м³ грунта. Отброс грунта оставался в музее до глу-

бокой осени. В результате исследований археологи полностью расчистили печь-поварню XVI в. Вследствие этого в музее была подготовлена новая экспозиция с созданием научной реконструкции домовой печи (рис. 5).



Рис. 3. Руинированная печь-поварня XVI в. двора Романовых

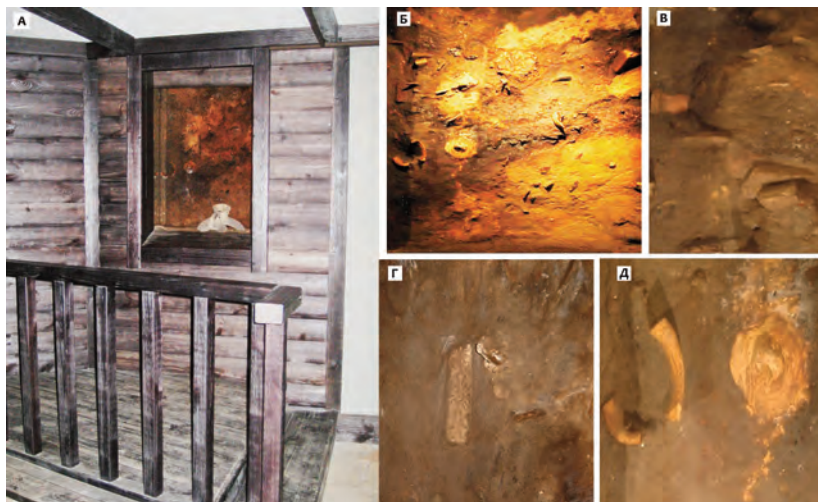


Рис. 4. Музеефицированный культурный слой. а) общий вид «окна в прошлое»; б) закрепленный грунт; в) включения строительного камня; г), д) включения костей и керамики.

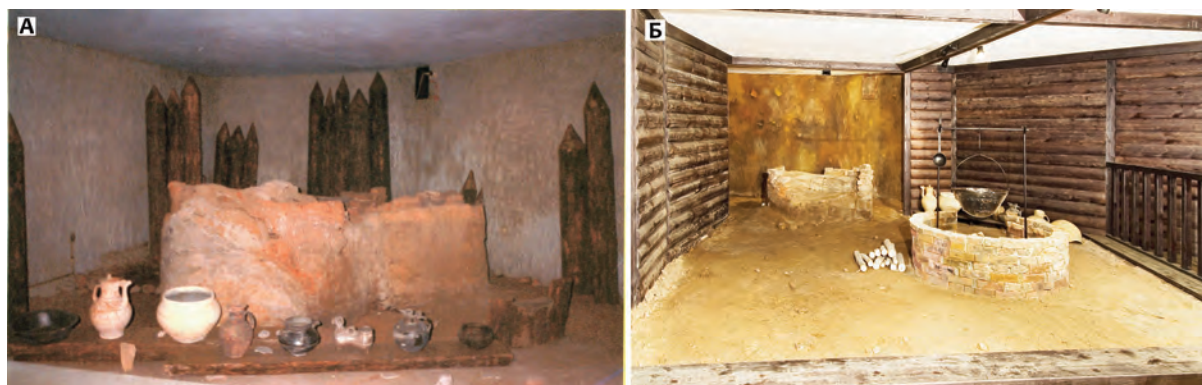


Рис. 5 Общий вид печей: а – до реконструкции 2005 г.; б – после реконструкции

Анализ состояния наблюдаемых объектов за период времени до 2005 г. показал, что данный вариант сохранения экспонатов в музее оптимален. Так, среднегодовая влажность соответствовала 60%, а температура - 10°C.

Условия эксплуатации музея, создавшиеся после вторых археологических раскопок, проведенных внутри помещения, перекапывания антропогенной сильногумусированной грунтовой толщи, находящейся на глубине трех метров от дневной поверхности при отсутствии ультрафиолетовых лучей, способствовали постоянному увеличению среднегодовой относительной влажности (до 85%). Кроме этого при подготовке к новой экспозиции в музее были включены отопительные приборы, что привело к подъему температуры в помещении.

Такие резкие колебания температуры и влажности только в течение двух лет привели к потере устойчивости руинированной кирпичной домовой печи-поварни XVI в. с обнаженным грунтовым основанием. Произошло частичное обрушение грунтов культурного слоя и кирпичной кладки печи. В связи с этим потребовалась срочная химическая консервация *in situ* этого археологического объекта, которая была успешно выполнена в 2007 г. [2].

Всплеск микробной зараженности объектов в 2008 г. был обусловлен резким повышением влажности до 100%, которая практически не снижалась и впоследствии. Так, влажность в мае 2011 г. достигает 95%. На поверхности объекта «окно в прошлое» появилось большое ко-

личество мицелия плесневых грибов. Пробы, взятые с различных объектов, находящихся в витринах музея, также свидетельствуют о высокой степени их контаминации (10-100 КОЕ /см) [3].

Специфические условия исследуемого помещения (высокая влажность при низких температурах), большая поверхность грунтов культурного слоя в экспозиции не позволяли продуктивно бороться с повышением влажности и микробиотой воздуха. Поэтому в течение нескольких лет мы использовали такие приборы, как: передвижной осушитель воздуха «РЕМКО ЕТФ 300-500» и бактерицидный рециркулятор воздуха «UVR-Mi».

Неудовлетворительные показатели ТВР сводили эффективность применяемых антисептических препаратов для грунтов культурного слоя к минимуму. Были использованы следующие отечественные препараты: «ОЛИМП. Стоп-плесень» (ЗАО «Декарт»), «Тефлекс. Антиплесень» (ЗАО «Софт Протектор»), «Тефлекс. Реставратор» (ЗАО «Софт Протектор»), «Мипор» (ООО НПК «СТРИМ»), «Асептик» (НПФ «Строймост»), а также Пороцид производства Германии.

Аэромикробиологическое исследование подземного музея в июле 2012 г. показало допустимый уровень микробной зараженности. Однако результаты, полученные в ноябре этого же года, показали высокий и чрезвычайно высокий уровень микробной контаминации помещения по сравнению с июлем. Было выявлено, что количество бактерий возросло на 25%, численность микромицетов увеличилось на 25-60%. Микробиологический анализ проб с разреза музейфицированного культурного слоя показал чрезвычайно высокую степень микробной зараженности, достигающую значений $7,5 \cdot 10^4$ КОЕ на 1 г. пробы. В пробах обнаружены бактерии родов *Bacillus* и *Rhodococcus* и грибы родов *Penicillium* и *Aspergillus*. В пробах археологических объектов обнаружен тот же род грибов (*Aspergillus*), что и в Кунгурской ледяной пещере.

Микробиологическое состояние исследуемых предметов, находящихся в витринах музея, также было оценено, как критическое. Для всех деревянных и керамических экспонатов степень микробной зараженности достигала высоких значений либо по грибной, либо по бактериальной составляющей.

Резкое повышение микробиоты, нестабильность ТВР в помещении являются основными причинами разрушительного действия на экспонируемую археологическую коллекцию в музее. Такое катастрофическое положение в музее потребовало срочного эффективного обеззараживания всего помещения. Это удалось осуществить только с помощью облучателя ультрафиолетового бактерицидного «УФБОТ-40-01» (модификация озон (озон)). Аэромикробиологическое обследование, проведенное в марте 2013 г., показало, что степень микробной контаминации воздуха помещения значительно снизилась (микромицеты в 57-140 раз; бактерии в 4-56 раз) до показателей, соответствующих допустимому уровню (280 КОЕ/м³ на среде ПДГ и 140 КОЕ/м³ на среде Чапека).

Проведенные работы по обеззараживанию подземного помещения позволили создать безопасные условия для сохранения археологических памятников и проведения экскурсий. Поэтому, 16 мая 2013 г. археологический музей вновь открыт после реставрации для посетителей.

В настоящее время анализ результатов сравнительного количественного микробиологического анализа проб воздуха помещения показал, что ситуация в музее оценивается, как удовлетворительная. Ни в одном из рассмотренных памятников не зафиксировано высокой степени микробной контаминации.

Таким образом, способы борьбы с внутренними проблемами подземного музея были найдены. Однако в ближайшее время мы столкнемся с внешними проблемами. Дело в том, что рядом с музеем была гостиница «Россия», которую снесли, и теперь на этом месте будет создан парк «Зарядье» – уникальный ландшафт в центре Москвы. В основу концепции парка положен принцип «природного урбанизма», т.е. гармоничное сочетание городского и природного. Здесь будет создана разветвленная сеть пешеходных маршрутов на поверхности земли и под землей. Подземных сооружений будет много и наша задача вписаться в эту концепцию и постараться сохранить подземный археологический музей – первый и пока единственный в Москве.

Литература

1. Абрамова Т.Т. Искусственное преобразование грунтов культурного слоя города Москвы. – «Инженерная геология», №4, 2012. – С. 68-72.
2. Абрамова Т.Т. Консервация грунтов культурного слоя в подземном археологическом музее Москвы. // В сб. «Охрана культурного наследия: проблемы и решения. Материалы ИКОМОС, вып. 3. – М., 2012. – С. 63-74.
3. Абрамова Т.Т., Щуцкая Г.К., Максимова М.Н., Валиева К.Э., Петушкова Ю.А. Возможность сохранения экспонатов в подземном археологическом музее г. Москвы. // В сб. «Материалы VI Международной конференции «Геология в школе и вузе: геология и цивилизация». – С-Пб, РГПУ им. А.И.Герцена, т. 1, 2009. – С. 301-304.

КУНГУРСКАЯ ЛЕДЯНАЯ ПЕЩЕРА И ИНТУРИЗМ

Г.В. Коновалова

ООО «Сталагмит-Экскурс», Россия, Пермский край, г. Кунгур, с. Филипповка

«Она прекрасна! It's nice! Elle est magnifique! Sie ist schön! Lei è bella!», - восторженно восклицают многочисленные туристы на разных языках. Какие они, «иноземцы», посещающие Кунгурскую пещеру? Разные:

Американцы – улыбчивые, открытые;
Французы – сдержанно-приветливые;
Англичане – вдумчивые, внимательные;
Финны – с непроницаемыми лицами;
Датчане – дотошно-любопытные;
Итальянцы – раскованные, жизнерадостные;
Немцы – спокойно-доброжелательные;
Китайцы – непредсказуемые в своём поведении.

Что их, таких непохожих, влечёт в российскую глубинку? Мало ли красот в мире?

Во-первых, сейчас иностранцы понимают, что Москва и Санкт-Петербург – это ещё не вся Россия. Уже осмотрены столичные храмы и музеи мирового уровня. Следующая волна интереса – русская провинция. Одной из наиболее привлекательных черт Пермского края и, в частности, Кунгура для иностранцев является его географическое положение – «ворота в Сибирь и Азию».

Во-вторых, Кунгур, Ледяная пещера удачно расположены на одном из самых известных в мире туристических маршрутов – Транссибе. Приезжая в Пермь и имея в запасе один день, зарубежные туристы могут посетить Хохловку, музей ГУЛАГа «Пермь-36» и Кунгурскую пещеру. 55% из них выбирают наш бренд – Кунгурскую Ледяную пещеру.

Знаменательно, что началом официальной экскурсионной деятельности в пещере является посещение 13 июля 1914 г. иностранных сановных особ – немецких принцесс Виктории и Луизы фон Баттенберг. Виктория Баттенбергская – старшая сестра Александры Фёдоровны, жены российского императора Николая II. Луиза - её дочь, вышедшая замуж за короля Швеции Густава VI Адольфа, ставшая впоследствии королевой этой страны.

Проводником-экскурсоводом был Александр Тимофеевич Хлебников, беззаветный служитель пещере, посвятивший ей «труды, надежды, годы». Пропагандируя красоту подземных дворцов в статьях и листовках, он не преминул под текстом рекламы поставить скромную подпись «Переводчик английского языка и арендатор пещеры А.Т. Хлебников». Отдали должное его глубокому знанию иностранного языка заокеанские гости, делегаты Всемирного геологического конгресса, посетившие ледяные чертоги в 1937 г. Американский профессор Вильямс, услышав речь Александра Тимофеевича, восторженно воскликнул: «О! Мистер Хлебников говорит совсем как у нас в штатах!» Можно ли такое сказать о современных переводчиках, сопровождающих зарубежных туристов, и экскурсоводах, говорящих на иностранном языке?

Картина пёстрая. Люди разных возрастов, разного уровня языковой подготовки, бывшие учителя и выпускники языковых ВУЗов, со студенческой скамьи шагнувших в туристический бизнес. Кто-то по полгода не выезжает из заграницы, имея прекрасную возможность совершенствовать свои знания в иноязычной среде. Кто-то пытается держаться «на плаву», пользуясь аудиозаписями и видеофильмами, штудируя словари и грамматические справочники. Речь одних легка и естественна, для других это напряжённый труд, мучительные поиски нужного слова, (одни научные термины чего стоят!)

Проблемы очевидны:

Во-первых, предлагая информацию, подготовленную для русскоязычного туриста, гиды-переводчики не учитывают интересы иностранного гостя, его вопросы и ожидания.

Во-вторых, знания должны обновляться в системе как общего владения языком, так и в таких специфических областях, как геология, палеонтология, спелеология, гляциология и др.

В-третьих, необходимы знания психологических особенностей людей, выросших в разных социальных средах, с разным уровнем личной и общественной свободы.

Решение этих проблем видится в единой стройной системе подготовки гидов-переводчиков на уровне края.

Совсем недавно по меркам человеческой жизни с грохотом упал «железный занавес». Пермский край, военно-промышленный центр, закрытый для иностранцев, представлялся долгое время своеобразным «запретным плодом» для их воображения. В настоящее время мы ещё не готовы дать вкусить зарубежным гостям прекрасный туристический продукт – идеальную экскурсию по Кунгурской Ледяной пещере. Но спасибо вам, Лара и Иглесио из Италии, Софи и Стефан из Франции, Эндрю из Америки и Агнешка из Польши, Зарази из Канады, Джон и Ник из Англии и сотни иностранных туристов искренне восхищающихся ледяным убранством первых гротов, неземной красотой озёр, не скрывающих удивления размерами пещеры, весело внимающим легендам и мифам. Вы открыто улыбаетесь, говорите добрые слова гиду, тепло пожимаете руки и старательно выговариваете на ломаном русском языке: «Спасибо большое! До свидания!»

Хочется верить, что серьёзная подготовка гидов-переводчиков: языковые спецкурсы, профильные семинары, обмен опытом с российскими и зарубежными коллегами, позволят развивать интуризм в городе на качественно новом уровне, и под сводами Кунгурской Ледяной пещеры ещё не раз будет звучать «It's nice! Elle est magnifique! Sie ist schön! Lei è bella!».

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕАТРАЛИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКСКУРСИИ

Е.И. Гаркач

ООО «Сталагмит-Экскурс», Россия, Пермский край, г. Кунгур, с. Филипповка

*«Любите ли вы театр так, как люблю его я,
то есть всеми силами души своей,
со всем энтузиазмом, со всем испуганием,
к которому способна пылкая молодость!».*

В.Г. Белинский

«Литературные мечтания (Элегия в прозе)»

В последнее время театрализованные экскурсии всё чаще и чаще используются музеями, туристическими фирмами, как одна из новых форм их деятельности. Однако ряд специалистов считает, что «нужно провести грань между театрализованной экскурсией, как новым видом мероприятий, и некоей экскурсией с элементами театрализации. Казалось бы, разница не существенна, но театрализованной экскурсии присущ единый художественный образ, создаваемый персонажами, которые развивают тему данного мероприятия. Конечно, на создание такого образа положены силы не только актеров, но также большую роль играет специфиче-

ское оформление данной экскурсии: это в первую очередь костюмы актеров, которые не должны выбиваться из общей стилистики и темы программы. Конечно, это и музыка, и определенный реквизит, возможно даже самые разнообразные средства для достижения единого образа экскурсии – это может быть и традиционные угощения, и различные обряды и ритуалы.

Так же стоит отметить и экскурсию с элементами театрализации, которой, как правило, не присущ единый сюжет. Но отличием от обычной, традиционной экскурсии здесь является наличие актеров, так или иначе, связанных с тематикой экскурсии.

Таким образом, мы видим, что полноценная театрализованная экскурсия строится по тем же принципам, что и любой другой вид культурно-досуговых мероприятий, будь то концерт или митинг. Основным принципом при создании театрализованной экскурсии должно являться наличие темы и идеи, а именно основной мысли, которую создатель данной формы хочет донести зрителям» [1].

Такие театрализованные экскурсии проводятся на самые разные темы. Развивается событийный туризм, представленный различными фестивалями, карнавалами и конкурсами, народными праздниками и ярмарками. На туристическом рынке появился даже специальный термин – анимация, означающий организацию развлечений и активного проведения досуга. Анимация включает в себя проведение спортивных игр, различных конкурсов и соревнований, танцевальных вечеров, карнавалов, ролевых игр, театрализованных представлений и т.д. [2].

Наши аниматоры, совместно с экскурсоводами, также проводят подобные мероприятия, привязанные, как правило, к календарным праздникам, как местного, так и более масштабного значения: Рождество, масленица, ночь на Ивана Купалу, день знаний и многие другие. Причём эти мероприятия проходят как на территории припещерного комплекса, так и в самой пещере. При их проведении очень хорошо готовить игры и конкурсы, основываясь на особенностях местного материала. Ведь есть же публикации о том, как встречали новый год или ту же масленицу в Кунгуре, почему бы не познакомить наших гостей с кунгурскими традициями, сделать небольшой экскурс в историю?

В последние годы припещерный комплекс очень преобразился: появилась «Поляна сказок», где проводятся яркие шоу, связанные с инсценировкой детских сказок. В игровой программе детей младшего школьного возраста приветливо встретит сказочница в русском народном костюме, и они отправятся в удивительное путешествие, взяв с собой волшебную карту, которая, несомненно, укажет верный путь. Детей ожидает незабываемая встреча с любимыми сказочными героями: Бабой Ягой, Марьей Искусницей, Старушкой-Лесовушкой, игры, конкурсы, загадки. А необычные задания от чудных персонажей, позволят окунуться в увлекательный мир сказок.

Рядом с «Поляной сказок» возник ещё один объект в жанре живой истории – «Деревня Ермака». Она представляет собой реконструкцию поселения XVI-XIX веков. Имя Ермака – своеобразный бренд в наших местах. Здесь мы предлагаем несколько театрализованных программ, в которых также участвуют экскурсоводы:

- «Тайна Ермака». Экскурсия для учащихся школ, лицеев, гимназий. Представляет собой урок по истории, этнографии, где учащиеся на наглядном примере знакомят с народным бытом, культурой, обычаями, традициями.
- «В гостях у атамана». Экскурсия для детей дошкольного возраста в форме сказки, которая доступным языком рассказывает малышам о жизни, о борьбе добра и зла, учит искать выход из сложной ситуации.

Эта же площадка используется и при проведении экскурсий для взрослых:

- «Чаепитие по-купечески». Среди городов, расположенных на Сибирском тракте – «Великом чайном пути» - особая роль принадлежала Кунгуру. Кунгур – родина магнатов чайной торговли: А.С. Губкина, А.Г. Кузнецова, М.И. Грибушина. На этой экскурсии мы знакомим гостей с традицией кунгурского чаепития, рассказываем о том, как чай стал любимым напитком всех российских сословий, открываем секреты рецептов по выпечке пряников и прочих сладостей, подаваемых к чаю.

- «Хмельная душа». Интерактивная гостевая программа, в которой речь идёт о правилах русского гостеприимства и застолья, с дегустацией блюд традиционной русской кухни и напитков (сбитня, медовухи, кваса).

Весело, динамично, познавательно, непринужденно и вкусно! Вот только несколько отзывов:

- «Хочется выразить большую признательность и благодарность Жужговой Е.Б. и Трущёвой О.Б. за интересный и познавательный ввод туристов в историю культуры питания. Час, проведённый в гостях у этих хозяек, прошёл незаметно. Песни, игры, обычаи были преподнесены в полном объёме. Мы, гости, отдохнули и погуляли от души. Хорошее настроение и бодрость духа, радушие, гостеприимность – вот главные основы данного мероприятия. Спасибо за отдых и удовольствие» (Группа туристов от свердловской железной дороги, 01.04.2012 г.).
- «Елена Витальевна и Ольга Борисовна достойны званий заслуженных артистов России. Они профессионалы с большой буквы! Вы молодцы!» (Алексей, Пермь).
- «Такого удовольствия, такого праздника, такого шикарного действия мы не видели ни в Европе, ни в Америке. Вы - супер! Вы хранители истинно русских традиций! Благодаря вашей идее, я и мои друзья будут знать историю русскую, русские традиции, русские обычаи» (Георгий, Москва, 28.06.2012 г.).

Особо следует сказать о возможностях театрализации в условиях пещеры.

Соприкосновение с уникальным природным объектом само по себе бесценно, а если оно сопровождается «живыми картинками», то это поистине целое произведение искусства, настоящий спектакль. Я хочу рассказать поподробнее о тех экскурсиях, в которых сама принимала непосредственное участие.

Во-первых, экскурсия «В поисках клада Ермака».

Поскольку мы экскурсоводы пещеры, нашей задачей является рассказ о пещере, как об удивительном природном объекте, но в отличие от обычной экскурсии, мы раскрываем главные темы, например, оледенение пещеры, её образование через восприятие дружинников Ермака, какой они увидели её, попав сюда в 16 веке.

В наших местах бытует легенда, что сам Ермак Тимофеевич останавливался здесь на зимовку. Удачно перезимовав, отправились дальше, но казну свою с собой не взяли, а казна эта – не много не мало – 12 бочек серебра, да ларец с золотом! Решили они зарыть эти сокровища где-то в пещере, ведь здесь множество мест, где можно спрятать клад. Дружинники Ермака могли закопать бочонки в грунт осыпи или спрятать их в ледяной «ларчик», вырезав на нём только одним «ермаковцам» известный знак, а могли спустить свой клад на дно бездонных пещерных озёр. Наконец, свод пещеры над спрятанным кладом мог просто обрушиться, тогда добраться до него будет очень трудно. Даже современные приборы не в силах их отыскать. Однако найти клад сложно, ещё сложнее его взять. Не каждому даются они в руки, пролежав определённое время, поднимаются они из земли и начинают блуждать, превращаясь вклады-оборотни. А бываютклады заговорённые – если не хозяин заберёт свои сокровища, то кто? Заговор может быть сделан на первого встречного, на счастливого или, например, на сороковую голову. Истинный клад легко спутать с ложным. Чтобы найти и взять клад, надо знать различные приметы, заговоры, молитвы на взятие клада, уметь читать карту и понимать тайные знаки и подсказки. Вот об этих премудростях кладоискательства и рассказывает экскурсовод, ведя свою группу по лабиринтам пещеры. А помогает ей странник. Роль странника разные экскурсоводы исполняют по-разному, у каждого своё амплуа. Игорь Галкин – это добрый попутчик, он опекает ребятшек, пришедших на эту экскурсию, и помогает преодолеть всяческие препятствия, возникающие на этом трудном, но увлекательном пути. Иван Клоков – это уже совсем другой характер, в нём больше драматизма. Увлекаясь повествованием, он начинает модулировать голосом, всё больше и больше повышая эмоциональный накал. А как он играет, вживаясь в роль! Некоторые туристы из других групп, встречаясь на тропе с нашей, действительно принимают его за какого-то нищерброда, случайно попавшего в пещеру. А как реагируют дети: от неожиданности первой встречи – думали, что он каменный, а он оказывается живой, до полной веры в происходящее, активно включаются в поиски клада. Да, наверное, и не клад

важен им, а то, что нужно спасти товарища странника, который окаменел от зачарованного клада! Иначе бы не спрашивали, выйдя из пещеры: «А товарища-то вашего мы расколдовали?» Ребята постарше сначала скептически воспринимают наше театрализованное представление, но общий ход игры втягивает и их в активный круговорот, и в конце они даже ревностно относятся к тому, кому же досталось право поднять этот клад. Даже взрослые, отбросив все свои статусы и регалии, с удовольствием принимают эту интерактивную экскурсию. Ведь в чём главное преимущество театрализованного действия перед обычной экскурсией – это активная и обязательная задействованность участников непосредственно в происходящих событиях. Конечно, бывает иногда и так, что группа не может настроиться на эту интерактивную волну. Пару раз у меня было ощущение, что я играю сама с собой. Поэтому при организации театрализованного действия необходимо строго дифференцированно подходить к участникам мероприятия, т. е. учитывать их возраст, профессию, место проживания и, насколько это возможно, интересы, жизненный опыт.

Вторая экскурсия – «По сказам Бажова».

Составляя сценарий этой экскурсии, наш методист Н.Н. Козлова очень бережно подошла к текстам сказов П.П. Бажова. Ведь каждая фраза у Бажова ювелирно огранена, любое слово с умом выбрано, а весь сказ – будто небывалый красоты самоцвет. Экскурсию эту ведёт И. Клоков, представляя себя в роли сказителя, но не сказочника. И это у него замечательно получается, практически дословно, по тексту, в бажовском стиле, он передаёт материал экскурсантам. Сказы Бажова органично легли на рассказ о красоте пещерных гротов. Так, например, самый первый грот «Бриллиантовый». Глядя, как сверкают и переливаются в свете прожекторов мириадами огней грани ледяных кристаллов, вспоминаешь «Серебряное копытце»: «Тут вспрыгнул козёл на крышу и давай копытцем бить. Как искры, из-под ножки-то камешки посыпались. Красные, голубые, зеленые, бирюзовые - всякие». Есть у нас в пещере и свой «Синюшкин колодец». И как приятно слышать от наших посетителей, которые проходят рядом с этим бездонным колодцем, фразу: «Без ковша пришёл!». Это значит, что читают, помнят, любят. Литературные герои Павла Петровича Бажова шагнули со страниц книги в гроты пещеры. Отношение человека с землей, отношение к камню – все это показано в сказах Бажова. У Бажова красота земная – под землей: «Как комнаты большие под землей стали, а стены у них разные. Такая красота, что век бы не нагляделся».

В детстве я много раз смотрела фильм «Каменный цветок» (режиссёр – Александр Птушко, 1946 г.) с Тамарой Макаровой в главной роли. И я всегда представляла себя именно Хозяйкой, а не Катериной. Спустя много лет, в Кунгурской Ледяной пещере я исполнила эту роль. Символика горы и пещеры тесно связана с Хозяйкой, царицей подземного мира. В ней воплотилась красота самой уральской природы, вдохновляющей человека на творческие искания. Недаром на Хозяйке платье «из шелкового, слышь-ко, малахиту», и «то оно блестит, будто стекло, то вдруг полиняет, а то алмазной осыпью засверкает, либо скрасна медным станет...». Образ этот сразу становится «ясен для всякого, кому случалось видеть открытый выход углекислой меди или её разлом. По цвету, а иногда и форме здесь сходство очевидное».

Экскурсия раскрылась как чудесная малахитовая шкатулка, наполненная драгоценностями словесного искусства, и, слушая её, словно перечитываешь сказы, каждый раз находишь для себя, что-то новое, интересное.

Ну и, в-третьих, конечно же, Рождественские мистерии.

Что такое мистерии? Слово произошло от греч. *mysterion* - тайна - таинство, тайные религиозные обряды, в которых участвовали только посвященные, наиболее подготовленные и способные к постижению сложных истин об устройстве мира.

Рождественские вертепы, т.е. сценки на сюжет Рождества Христова, издавна были неотъемлемым атрибутом Рождественских праздников. Особым неповторимым очарованием обладают «живые», театрализованные вертепы, и в канун сочельника ими можно полюбоваться в нашей пещере (по В. Далю пещера и есть вертеп), почувствовать всю прелесть рождественских традиций и сказочной новогодней атмосферы. Ведь именно Дед Мороз и Снегурочка встречают гостей и по мерцающей огнями дорожке увлекают их в праздничный хоровод. Однако, главный лейтмотив этого действия всё-таки не Новый год, а именно Рожде-

ство, поэтому под звучание строк стихотворения Бориса Пастернака «Рождественская звезда» волхвы, уже готовые шествовать за звездой, уводят всех участников в глубины пещеры:

*«Пойдемте со всеми, поклонимся чуду», // Сказали они, запахнув кожухи.
А в это время пещере...
Стояла зима. // Дул ветер из степи.
И холодно было Младенцу в вертепе // На склоне холма.
Его согревало дыхание вола. // Домашние звери
Стояли в пещере, // Над яслями теплая дымка плыла.
Морозная ночь походила на сказку, // И кто-то с навьюженной снежной гряды
Все время незримо входил в их ряды.

И странным виденьем грядущей поры // Вставало вдали все пришедшее после.
Все мысли веков, все мечты, все миры, // Все будущее галерей и музеев,
Все шалости фей, все дела чародеев, // Все елки на свете, все сны детворы.*

Конечно, какие же Святки, да и без колядок? Экскурсоводы с удовольствием выступали в роли колядовщиков. Оказалось - пещера-вертеп тихо и незаметно излучает энергию творческую. Она коснулась даже того, кто и не подозревал в себе актёрские таланты. Моя роль в этой экскурсии – Леденя – хозяйка Ледяной пещеры, где и происходит основное действие, знаколю наших гостей с подземными чертогами, а также удивительными событиями, произошедшими там в Сочельник.

Но почему именно в пещере мы решили показать эту экскурсию? Ведь у двух евангелистов (Иоанн и Марк) пещера не обозначена как место рождения Христа. Однако, там, где родился младенец Христос, было много пещер. Во времена гонений на христиан пещеры были убежищем для верующих. И в пещере близ Вифлеема отправлялись тайные богослужения. Место тайного богослужения уравнивается с местом рождения Божьего сына. Об этом пишет О.М. Фрейденберг: «Пещеры были древнейшим прообразом храмов; мрак, камень, вода пещер означали космос». [5] Есть ещё одно значение пещеры в случае рождества: пещера – чрево. И поскольку пещера сохранила в себе присущей ей эмбрион культуры, в котором просвечивает единство: мать-и-дитя, - что ж, пещера была вправе принять Евангелический вертеп. Во всяком случае, именно пещера и стала наиболее надежным убежищем Божьей Матери и Ее Сына.

Наверное, нельзя говорить о вертепе-пещере-театре и не коснуться великой темы возникновения искусства именно в пещерах, например, знаменитые рисунки в пещере Магура (Болгария), испанской пещере Ласко или Шульган-Таш в Башкирии. Но наскальная живопись в пещерах – это уже тема других исследований.

Подводя итог своего выступления, хочу сказать, что экскурсия для участников – это интеллектуальное удовольствие, а для экскурсоводов - это сложный творческий процесс, успех которого зависит от глубины краеведческих знаний экскурсовода и от того, владеет ли он точенной информацией ведения экскурсий, обладает ли талантом педагога и актера.

Литература

1. Воропаева Ю.А., Богачева М.А. Театрализованная экскурсия как новый вид в культурно-досуговой сфере: Научная работа. – V Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум», 15 февраля-31 марта 2013 г.
2. Изотова М.А., Матюхина Ю.А. Инновации в социокультурном бизнесе и туризме. – М.: Научная книга, 2006. – 136 с.
3. Материалы официального сайта Кунгурской Ледяной пещеры – www.kungurcave.ru
4. Уварова И.П. Вертеп. Мистерия Рождества. – М.: Прогресс-Традиция, 2012. – 392 с.
5. Фрейденберг О.М. «Эйрена» Аристофана // Архаический ритуал в фольклорных и раннелитературных памятниках: Сборник статей. – М.: Главная редакция восточной литературы издательства «Наука», 1988. – С. 239.

ПОЗИТИВНЫЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ И РЕГЛАМЕНТИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕЩЕР РОССИИ

Ю.С. Ляхницкий

ВСЕГЕИ, комиссия карстоведения и спелеологии РГО. Санкт-Петербург

Пещеры издревле привлекали внимание людей своей таинственностью, красотой, необычностью. Одними из первых природных объектов они стали посещаться туристами. В России, одними из первых стали экскурсионными Капова и Кунгурская пещеры. Кроме карстовых пещер для экскурсий вполне пригодны многие старинные горные выработки. К сожалению, массовый характер эти процессы не приобрели. Обладая огромным природным богатством, мы долгое время не задумывались о необходимости регламентации посещения наиболее ценных и интенсивно посещаемых пещер, благодаря чему многие из них заметно деградировали. Государство не осуществляет действенного контроля и разумного использования пещер. Нет типовых положений о использовании пещер и научно-методических нормативов обустройства и использования подземных экскурсионных маршрутов. Применение для организации этих процессов нормативов действующих горно-рудных предприятий делает осуществление проектов пещерных экскурсионных маршрутов практически невозможными. Поэтому очень важна популяризация позитивного опыта нашей комиссии РГО по созданию пещерных музеефицированных объектов. В настоящий момент в РФ всего 12 музеефицированных пещер, при этом большая часть объектов оборудована без комплексного исследования и составления профессионального проекта.

Долгое время Кунгурская являлась единственной музеефицированной охраняемой пещерой в СССР. Оборудование Новоафонской пещеры в Грузии показало, насколько это трудный и неоднозначный процесс. На многочисленные ошибки и неграмотные варианты проектных решений никто не хотел обращать внимание, пока они не стали опасны для туристов и мешать самому туристическому процессу. Стало ясно, что проведение музеефикации пещер - это сложный научно-методический, инженерный, юридический процесс.

Он должен проходить в несколько этапов:

- выбор объекта, обоснование для использования;
- комплексное обследование, сбор предпроектной документации,
- составление профессионального проекта;
- проведение регламентированного обустройства;
- организация регламентированного экскурсионно-туристического процесса с постоянным мониторингом ситуации.

Пользуясь этой методикой можно осуществлять долговременную охрану и бережное использование пещер, причем охрана должна являться главной целью, а проведение экскурсий только дает для этого необходимое финансирование и способствует экологическому воспитанию и образованию молодежи.

Эти положения были отработаны на ряде проектов, первым из которых был Саблинский. В 90-ых годах мы провели очень важный эксперимент по созданию Природоохранного Экскурсионного центра (ПЭЦ) на базе Саблинского памятника природы. Он находится в Ленинградской области, в 40 км от г. Санкт-Петербурга. Основным объектом экскурсионного маршрута является искусственная пещера Левобережная. Она представляет собой старинную горную выработку протяженностью 5,5 км, в которой около 150 лет назад была начата добыча белого кварцевого песчаника для нужд стекольной промышленности. Отработка велась камерно-столбовым методом, позднее происходили обвалы и постепенное осыпание сводов. В результате образовался сложный лабиринт полостей. В пещере известно три озера, ручей, многочисленные обвальные залы. Саблинский памятник был создан еще в 1976 г, но охрана его, фактически, не велась, благодаря чему он быстро деградировал. В 1992 г. по инициативе общественности (спелеологи, геологи, экологи) руководство Ленинградской области приняло решение о начале работ по созданию Саблинского природоохранного экскурсионно-туристического центра. Инициатором и руководителем работ являлся Ю.С. Ляхницкий. На первом

этапе общественной организацией «Росэкосервис» было проведено Комплексное обследование территории памятника, в том числе, 12-и пещер. Далее, проектирование маршрута осуществлялось совместно с проектными институтами и НИИ «Гипрогор», Гипроруда, ВНИМИ. На третьем этапе работ в пещере Левобережная, силами самих спелеологов, был оборудован подземный экскурсионный маршрут - проведено обустройство экскурсионной тропы, укрепление неустойчивых участков штанговым креплением и забутовкой небольших участков обвальных полостей. Выполнено бетонирование оголовков двух входов. Второй вход обычно закрыт, но он необходим исходя из требований техники безопасности. Протяженность оборудованной экскурсионной трассы составила около 400 метров. Интересно, что вход, через который в настоящее время проложена экскурсионная трасса, был образован 1980 г в результате провала и оползня берегового обрыва, вызванного пещерными паводковыми водами, поглощавшимися другой провальной воронки и переполнявшимися подземные озера. Экскурсии проводятся с фонарями, но есть слабое дежурное освещение, необходимое для поддержания безопасности туристов.

В целях сохранения пещеры и обеспечения безопасности посетителей проводятся коррекции гидрологического и микроклиматического режимов пещеры.

Излишние паводковые воды из ручья разгружаются в реку Тосно, в межень ручей подпитывает подземные озера, для поддержания постоянного уровня. При организации экскурсионного комплекса проводилась ликвидация поноров, создающих излишние паводковые водопритоки в полость. Проводится регуляция зимней вентиляции в целях предотвращения процессов промерзания, физического выветривания пород за счет температурных и влажностных колебаний. Эти мероприятия позволяют также поддерживать микроклимат, необходимый для успешной зимовки рукокрылых. В настоящий момент, несмотря на проведение экскурсий, благодаря соблюдению специального регламента, в пещере успешно зимует более сотни летучих мышей семи видов. Укрепление сводов на некоторых участках необходимо, т.к. по естественным причинам своды полостей в местах увлажнения и повышенной трещиноватости могут осыпаться и даже происходить провалы. В качестве крепей в ней были использованы толстостенные стальные трубы – заготовки танковых стволов. Всего было установлено 12 стоек на площади менее 1% от всей выработки. Местами возникла необходимость укрепления несущих целиков породы с помощью кладки известняковыми плитами. После проведения работ экскурсионный маршрут стал безопасным, но, тем не менее, регулярно проводится мониторинг состояния сводов.

В пещере экспонируются копии палеолитической живописи из Каповой и западноевропейских пещер, макет стоянки человека каменного века, скульптурная композиция, показывающая процесс добычи песчаника и минералогическая коллекция. В октябре 2005 года в одной из камер была сооружена подземная часовня Святого Николая Чудотворца. В настоящее время, по православным праздникам в ней идет служба.

Проведено первоочередное обустройство маршрута на поверхности: из известняковых плит созданы каменные лестницы на крутых склонах каньона, проложены экологические экскурсионные тропы. Вблизи входа в пещеру, у сторожки, создан парк древних животных: трилобит, ортоцератит, аммонит, панцерная рыба, динозавры и мамонт. Крупные скульптуры, выполненные в бетоне, точно передают форму древних животных и наглядно иллюстрируют эволюцию животного мира на нашей планете. В год памятник посещает около 40 тысяч человек, в основном - школьники. Таким образом, на принципах самокупаемости удается вести большую образовательную и воспитательную работу, охранять природный комплекс глубоких каньонобразных долин и пещер, охранять популяцию рукокрылых.

Совместно с Сочинским отделением РГО (Диденко и др., 1991) нами был разработан проект небольшого экскурсионного маршрута в Воронцовской пещере. Она расположена в Краснодарском крае, в Сочинском национальном парке, в верховьях реки Кудепсты, на западном фланге Воронцовской брахиантикали. Пещера имеет длину более 10 км. Двенадцать входов в спелеосистему приурочены к логам на контакте верхнемеловых известняков с перекрывающими их палеогеновыми водоупорными породами. Проведение инженерных работ в пещере было осуществлено ООО «Регион Рекрео Сервис» в 2000 году в тайне от уче-

ных. При обустройстве были допущены многочисленные отклонения и нарушения от проекта. Нам с трудом удалось предотвратить еще более тяжелые нарушения регламента этого замечательного памятника природы. В настоящий момент, протяженность экскурсионного маршрута, приуроченного к южному району Воронцовской пещеры, составляет около 600 м.

Для оборудования дорожек в пещере применялся местный известняк. Большая часть маршрута представляет собой тропы, выложенные известняковыми плитами, но значительная часть маршрута оборудована мостиками на стальных опорах. Часть троп проложена по плотным глинистым отложениям, прикрытым резиновыми матами, для предохранения от разрушения находящегося в них культурного слоя эпохи бронзы. Тропа ограждена металлическими поручнями. Ограждение в настоящее время проржавело, устаревшее освещение лампами накаливания способствует развитию ламповой флоры. В непосредственной близости ко входу расположена каменная будка и служебные постройки, сделаны странные стилизованные скульптуры и маленький пруд, полностью изменившие облик величественного входного грота Прометея. Кабель осветительной сети проложен по стене пещеры непосредственно рядом с тропой, что заметно нарушило ее эстетический облик. Несмотря на допущенные отклонения от проекта и гуманитарной направленности проекта, обустройство пещеры спасло ее от интенсивного загрязнения и уничтожения натечных образований. Предстоит дальнейшая работа по благоустройству маршрута и исправлению допущенных нарушений.

Наиболее интересные работы проведены в Каповой пещере (Шульган-Таш). Она расположена в Бурзянском районе Республики Башкортостан, на территории государственного природного заповедника «Шульган-Таш», на правом берегу реки Белой в ее широтном течении. Пещера заложена в серых хемогенных известняках нижнекаменноугольного возраста и представляет собой 3-этажную разветвленную систему карстовых полостей со значительной сифонной составляющей общей длиной 3323 м и вертикальной амплитудой 165 м. Она является одной из старейших экскурсионных пещер России. Начало ее использования, связано с деятельностью Лесничего Вознесенской лесной дачи - В.Ф. Симоном, который еще в 1896 году организовал первые экскурсии в пещеру. В 1977 году в пещере работала экспедиция Кафедры геологии и геоморфологии Башкирского государственного университета и Института Геологии БФАН СССР под руководством И.К. Кудряшева и Е.Д. Багдановича. На основании произведенных изысканий проектным институтом «Башкиргражданпроект» было проведено проектирование экскурсионного комплекса. Первая очередь подземного туристического маршрута должна была включить в себя электрифицированный кольцевой маршрут до зала Хаоса с 14 смотровыми площадками. В качестве осветительных приборов планировалось использовать шахтные прожектора. Реализация этого проекта привела бы к гибели живописи. Протесты АН СССР позволили остановить этот опасный проект. Для защиты рисунков во входном участке пещеры было построено несколько решеток, которые были уничтожены морозным пучением глин. В трудных 1995-2002 годах функционировал экскурсионный маршрут по первому этажу пещеры до композиции «Лошади зала Хаоса». Маршрут не был оборудован, для освещения использовались шахтерские аккумуляторные фонари. Люди ходили по рыхлому водонасыщенному грунту, лужам и скользким глыбам завала зала Хаоса. Ввиду нарастающей экскурсионной нагрузки на пещерный комплекс и негативного влияния массовой посещаемости на микроклиматический режим пещеры и, на условия сохранения живописи, в 2002 году, доступ туристов к оригиналам живописи был прекращен. Благодаря нашим усилиям, в Главной галерее были созданы копии рисунков, Их сделал известный Санкт-Петербургский художник-анималист Владимир Черноглазов, уже бывавший в пещере и хорошо знающий рисунки Шульган-Таш и западноевропейскую палеолитическую живопись. С помощью Заповедника удалось создать новый укороченный маршрут - были уложены бетонные плиты экскурсионной тропы и туристы перестали ходить дальше Сталагмитового зала. Две ближние аварийные решетки в Главной галерее были демонтированы. Совместно с уфимским архитектором Р.И. Кирайдтом, на основании наших исследований и предпроектных разработок было начато обустройство современного экскурсионного маршрута. Как показали исследования, Главная и Ступенчатая галерея являются наиболее вентилируемой частью спелеосистемы. Среднесуточный коэффициент воздухообмена 58 раз/сут. Как показывают наблюдения разных лет, только 9-12% воз-

духа, тепла и влаги, вносимых с поверхности в Главную галерею, проходят в залы первого и второго этажей пещеры. В 2004 году было сооружено двое новых защитных ворот, расположенных в ходе «Горло» на первом этаже и у основания Ближнего большого колодца на верхней террасе западной стены Главной галереи вне зоны сезонного промораживания, что защитило рисунки от не санкционированного проникновения.

В июне 2008 года, после трех лет строительных работ, была запущена в эксплуатацию вторая очередь экскурсионного маршрута - его вертикальная составляющая. Кроме осмотра величественного входного грота – Портала и огромной Главной галереи туристы получили возможность посетить Сталагмитовый зал, подняться по лестницам и трапам, сделанным из высоколегированной нержавеющей стали на первую террасу Ступенчатой галереи и увидеть входной участок пещеры с высоты. Протяженность маршрута составила 373 м, (19% от общей площади пещеры). Он оборудован двумя смотровыми площадками. Характерной особенностью экскурсионного маршрута в Каповой пещере является отсутствие стационарного освещения, что препятствует развитию ламповой флоры. Для существенного снижения вредного влияния воздушных потоков, приносящих в пещеру тепло и влагу в летнее время, было принято решение об установке на Верхних воротах легкого экрана, диафрагмирующего верхний теплый поток летом. Затем подобный экран был установлен и на входе в Купольный зал первого этажа. Это значительно улучшило микроклиматическую ситуацию. В целях контроля стабильности динамических параметров с 1995 г группой ВСЕГЕИ, РГО совместно с сотрудниками заповедника Шульган-Таш проводится контроль динамических параметров внутренних районов пещеры, режимные наблюдения за микроклиматическим и гидрологическим режимами по стационарной мониторинговой сети. В ближайшем будущем, комплекс наблюдаемых параметров необходимо расширить, внедряя автоматизированную систему мониторинга и охраны среды. Таким образом, в Каповой пещере, благодаря организации комплексного исследования, проведению постоянного мониторинга и оперативному решению задач охраны и регламентированного бережного использования небольшого экскурсионного маршрута, удалось спасти древнюю живопись и саму пещеру. Впереди не менее трудная и ответственная задача удержать ситуацию в условиях массового экскурсионного прессинга.

Вблизи Арзамаса в огромной действующей гипсовой шахте комбината «Декор-1» организован Шахтный музей «Спелеологии, геологии и горного дела». Проект был разработан нами в 2006г. Осуществление его с некоторыми отклонениями проводилось сотрудниками шахты на средства холдинга «Синь России». Отработка гипса ведется в шахте камерно-столбовым способом, в результате образуются крупные камеры до 10 x 20м. Восемь из них, находящиеся недалеко от входа, оборудованы под музей. Эти камеры были изолированы от остальной части шахты вход закрыт воротами, которые открываются на главный откаточный штрек. Сначала экскурсанты садятся в вагонетки их подвозят ко входу, затем они попадают в первую камеру, где стоит погрузочная машина с муляжом горняка, а перед ней имитация забоя, в котором другой рабочий забурирует шпур для отпалки. Потом туристы проходят в другую камеру, где находится муляж стоянки пещерных людей и копии палеолитических рисунков. Далее посетители осматривают ПБЛ с палаткой, муляжами спелеологов, готовящих на примусе обед, надувной лодкой, аквалангом, веревками и другим походным скарбом. Здесь же находится имитация карстовой пещеры со сталактитами, сталагмитами, колонами - сталагматами и другими натечными образованиями. В стене камеры вмонтированы стереоскопы, через которые можно увидеть цветные объемные виды различных пещер. В центре следующей камеры стоят тумбы со скульптурами древних животных разных геологических периодов, начиная с трилобитов и кончая мамонтом. По стенам камеры расположены витрины с коллекциями минералов. Таким образом, в музее представлен широкий спектр информации о научных дисциплинах и спелеологии, изучающих недра. Экспозиция хорошо иллюстрирована и достаточно наглядна.

В Адыгее вблизи монастыря Михайловской Пустыни к северу от поселка Ходжох находится «Монастырская пещера». Это система узких полостей, длиной в несколько сот метров, пройденных, видимо, для создания культового объекта. Есть круглый зал, возможно, исполнявший роль храма. В советские годы, в монастыре была турбаза, а пещеру приспособили для

экскурсий. Обустройство ограничивалось сооружением решетки на входе. Теперь пещера закрыта, монахи проводят экскурсии. Мы выполнили ее обследование, очистили своды большого зала от заколов для увеличения его устойчивости и разработали проект обустройство пещерного храма. Пока работы не завершены. Монастырь готов к сотрудничеству для проведения дальнейших работ волонтерами в составе нашей группы.

Староладожская пещера находится на северной окраине пос. Старая Ладога Волховского района Ленинградской области. Это старинная выработка камерно столбового строения, в которой добывали кварцевый песчаник. Ее размеры не велики – около 315 м. Маршрут длиной около 120 м, планируется проложить вдоль периметра «колонника», по берегу озера, занимающего центр пещеры. Для создания маршрута надо привести пещеру в порядок, очистить ее от грязи, организовать «цивилизованный» экскурсионный процесс. Основная цель проекта - охрана пещеры Танечкиной, расположенной неподалеку, которая является последним массовым зимовочным резерватом на территории северо-запада России для тысяч рукокрылых. За счет средств, получаемых от туризма, планируется организовать ее патрулирование и охрану в зимнее время. Пока туда ходят многочисленные «самостийные» туристы, что очень вредно для сохранности популяции летучих мышей. Для обустройства Староладожской, необходимо провести ее очистку, зарегулировать водоем в пещере, проложить экскурсионную тропу, оборудовать оголовки с дверью, засыпать и гидроизолировать воронки на поверхности. В настоящее время утвержденный проект проходит экологическую Экспертизу. Процесс исследования объекта был начат еще в 2002г, и до сих пор «находится в стадии реализации», но мы не отступаем и надеемся на его успешное завершение.

Святая Пещера находится в Гатчинском районе Ленинградской области, на окраине поселка Рождественно, в 800 м к востоку от музея-усадьбы Набокова. Это уникальная псевдокарстовая система полостей, образованная суффозионными и эрозионными процессами подземными ручьями в некарстующихся девонских песчаниках в живописных красных обрывах небольшого ручья – притока реки Оредеж. В настоящее время длина исследованной части пещеры составляет около 130 м. Она начинается просторным живописным гротом высотой до 5 м. Далее вглубь массива идет ход, ведущий в несколько небольших залов, часть из которых имеет обвальное происхождение. Пещера получила название «Святой» т.к. в ручье во входном гроте изредка находили крестики, монетки, мелкую церковную утварь. Рядом над обрывом в 15 веке стояла новгородская церковь. По легенде она провалилась под землю в пещеру. Скорее всего, после разрушения храма эти вещи могли попасть в почву - «культурный слой», а при провалах свода, через обвальные воронки – в ручей пещеры. Святая пещера очень редкий «псевдокарстовый» объект – замечательный памятник природы и очень интересный и красивый экскурсионный объект. Мы предлагали объявить пещеру памятником природы, провести его простейшее обустройство, для удобства посещения и обеспечения безопасности туристов. К сожалению, пока статус ООПТ ему не присвоен, посещение ведется бесконтрольно.

В 2013 г наша группа закончила работы по проекту обустройства подземного пространства Рускеальского Горного парка на базе одноименного месторождения мрамора. Оно находится в 40 км севернее г. Сортавала на территории Республики Карелия. Это одно из самых старинных в РФ месторождений (вторая половина XVIII века - середина XIX века). На его базе в 1998 образован «Горный Парк Рускеала» в ранге памятника индустриального наследия. Использование «Горного Парка Рускеала» в качестве эксплуатационно-туристического объекта способствует его сохранению, популяризации геологической науки, истории краеведения, активизации воспитательной и образовательной работы. К настоящему времени в качестве туристического маршрута используется только экскурсионная тропа вокруг основного объекта разработки месторождения мрамора - затопленного главного карьера. В то же время для экскурсионных целей пока не используется подземное пространство, созданное при разработке мрамора, - две штольни и большая камерно-столбовая полость, так называемый - «Большой зал». Поэтому главной целью наших работ является разработка проекта обустройства подземных выработок, которые станут наиболее интересными элементами парка и свяжут его поверхностные объекты в единый комплекс. При проведении первого этапа работ был проведен комплекс исследований подземных выработок. Основу составили топографические работы в

выработках и уточнение их горно-технических параметров. Совместно с проектантами из ВНИМИ были разработаны методики расчистки завалов, конструкции крепления полостей, обустройства подземного маршрута, в том числе и в крупном обводненном зале. Проект предусматривает создание на базе горного парка крупного современного природного музейфицированного комплекса типа Музея-Заповедника, аналогичного геопаркам Западной Европы. В настоящий момент процесс обустройства начат, но для его быстрого осуществления необходима финансовая помощь государства.

Таким образом, наша практическая работа по реализации концепции регламентированного использования пещер, организации ПЭЦ убедительно показала, что это перспективный позитивный путь для спасения нашего природного наследия и пещер в частности. Мы готовы поделиться нашим опытом и помочь организовать музейфицированные пещерные экскурсионные маршруты в других регионах.

EARLY HISTORY OF TOURIST EXPLOITATION OF THE CAVES IN BULGARIA

A. Zhalov, M. Stamenova

Caving Club "Helictite", Sofia, Bulgaria, azhalov@gmail.com; m_stamenova65@yahoo.co.uk

The interest in the use of caves in our country as objects of tourism can be followed after the Liberation of Bulgaria from Ottoman yoke in 1878. The earliest known written source with data about an organized educational cave visits can be found in the newspaper "Savetnik" (issue. 17 of 1882), where is posted a message for an excursion to the cave "Zmeevite dupki" (Dragon's holes) near the town of Sliven. The initiator of this event is the local teacher Michael Grekov, who organized the trip for his school colleagues [6]. In memories of Atanas Cherpokov from 1890, a teacher from Orehovo vill., Smolijan distr. [8], we find information that he organized an excursion with his students in the cave "Cheleveshnitsa" near the same village in Rhodopi Mt.

In 1899 is founded the first Bulgarian Tourist Society "Al. Konstantinov" – Sofia. In the same year, an anonymous article published in the journal "Svetlina" [1] an article about the excursion tourist trip to Cherepish Monastery, the river Iskar gorge, Lutibrod vill. Vratsa region, including a visit to the "hard to climb" Shishmanova Cave" [17].

In the statute of the Bulgarian Tourist Society (BTS) from 1900, art. 3, item 3 is noted that, to achieve its objectives, the union will make use of certain tools, among which will be the preparation and marking of paths to the Bulgarian mountains, caves and caverns. This is the first official document that regulates tourist activity, associated with caves [13].



Fig. 1. The visitors of Ledenika Cave, Vratsa in 1930

Due to its geographical location at the foot of Vratsa Mountain – one of the karst mountains in Bulgaria – the branch of the Bulgarian Tourist Society "Veslets" – Vratsa was very active in the use of caves as a subject of organized tourism. The focus of these visits is the local large and beautiful cave "Ledenika". Immediately after its establishment in April 1900, June 18, the society organizes a trip to this cave [13]. In 1902 the cave was visited by 32 people, among them are 9 members of tourist society "Veslets" – Vratsa [4]. Later in the annual report of the society for 1905, is noted: "Ledenika Cave" (the Ice Cave) had many guests, among them students from the Weaving School headed by his manager, many officers, citizens – men and women" [13]. On the 7th Festival of BTS, held on November 10, 1907 in Vratsa, for the delegates is provided an organized visit to the same cave. Under the leadership of N. Aleksiev in this visit participate "about 220 people, including 60 ladies" [2] (Fig. 1).

On May 18, 1907, the tourist association “Trapezitza” – Veliko Tarnovo organizes excursion to the Big and Little caves near the monastery Sv. Troitsa in which take part 26 people, who, under the authority of the leader, visit the caves, using acetylene lamps for lighting (Koserka, 1907).

In the beginning of 20th century in tourist literature, we find more data about the organization and implementation of special tourist visits in caves in different parts of Bulgaria.

In 1922 the tourist society “Veslets” receives as a donation the cave Ledenika, which is an integral part of the property of Vratsa citizen Hristancho Mattov. The tourist society takes care of the managing and preserving of the cave, its socialization for mass tourist visits, by construction of stone and concrete pillars and stairways. Later, in order to facilitate the visit to the cave, the tourist society makes an agreement with the automotive cooperation from Vratsa for transporting of tourist groups of at least 30 people by cars as paid round trips: for students 30 leva and for citizens 40 leva for each person” [5]. In 1939, the tourists from Vratsa begin to organize two-day trips during the holidays to the cave, and for convenience of the visitors they build a shelter near the cave. During this period “the cave “Ledenica” and the place of death of Botev – “Vola”, attract every year more and more tourists-lovers of natural beauty, Bulgarians and foreigners. Especially the cave “Ledenica” is visited several times by eminent foreign professors and students” [15].

In the tourist literature (mainly magazines “Bulgarian tourist” and “Mlad (Young) Tourist” from the early 20th century) can be found many examples of the organizing of the existing national tourist organizations (Bulgarian Tourist Union and Youth Tourist Union), which organize special visits to caves. Few examples in this respect:



Fig. 2 The Cover of the book "In the Bowels of Mogurata" by Dr. B. Bonchev – 1927

- In 1902 young men from Sofia organize big journey around the country, which includes a visit to Dryanovska cave;
- During the third regular assembly of Bulgarian Tourist Association, held in 25-26 May, 1903 in Sliven, organizes a mass visit to the cave Zmeevi dupki (Dragons holes) [12];
- The Programme of XI Tourist Festival, held in Plovdiv on July 14, 1911, provides hiking trails, including the visit of the cave “Sbirkovata”;
- During the XV regular congress of the Youth Tourist Union, held in July, 1928, is organized a campaign, which includes a visit to the caves near Kipilovo;
- In 1938, during the 31st Congress of BTS, held in Asenovgrad on 24 and 25 July, for the delegates of the congress are organized comfortable and cheap post-congress outings in the caves “Topchika” under the peak “Bucheto”, “Lednika” (Glacier) in the area of Martsiganitsa and the ice cave of Stikal vill. [10].

• In 1927 the Tourist Association “Bononia”, Vidin issues a book under the title “In the Bowels of Mogurata” by Dr. B. Bonchev. Formally this is the first tourist guide of a Bulgarian cave. (Fig. 2).

In 1932 the magazine “Mlad tourist” published the article [9] where the author describes for the organized trip in the Spropadnaloto Cave, near Razlog, Pirin Mt.

In 1929 in Sofia is established the first Bulgarian Caving Society (BCS). According to § 3 of its Statute “The Society studies the caves, protects their natural integrity and promote the ecological tourism”. The members of the Society and its branches (within the frames of the possible) actively work for fulfilling of these guidelines.

The first attempt of the Society to manage a cave for tourist purposes is made in 1930, when eng. Pavel Petrov offers to the community government of village Devetaki, to provide the Devetashka cave to the BPD. With protocol № 31/1930 the community council of village Devetaki provides the cave to the Society for exploration and modernization, but due to lack of funds in this respect nothing has been done.

In July 1930 is established the first branch of the BPD in the town of Rakitovo. The founders aim to “preserve the caves in our region, study them and make them accessible to lovers of natural beauty”. The cavers from Rakitovo start to explore the nearby cave “Lepenitza”, ensuring also guides, who accompany the tourists and light the way by mining lamps. With Protocol of June 6, 1939, the Board of Rakitovo Cave Society sets entrance fees for the cave: for local people – 2 leva; tourists from other parts of the country – 5 leva; for students from the country – 2 leva; for local students – free of charge. It also decided, that the members of the society and organizations, given over 1000 leva for help to the society use a free entrance for group outings, arranged by their organizations; for collecting of fees, providing lamps to the visitors and keeping the stalactites from breaking, in the summer is recommended to appoint a guardian.

In 1936 Rafail Popov who is the founder of prehistoric studies in Bulgaria and an active figure in the Cave Society (Fig. 3) writes a document, entitled “A Plan of Historical and Archaeological Parks in Madara, Preslav, Pliska and Tarnovo” [14].



Fig. 3. Rafail Popov – the author of the "A Plan of Historical and Archaeological Parks in Madara, Preslav, Pliska and Tarnovo" – 1936

This plan introduces the idea of building parks and complexes that integrate and link into a context cultural, historical, archaeological and natural sites. Here are mentioned also three caves and significant attention is drawn to the caves near Dryanovski monastery “St. Archangel Michael” – the small cave (now “Bacho Kiro”) and the large cave (now “Andaka”). Rafail Popov plans to do in the small cave the following:

1. To place mat lamps on the ceiling and walls, for the moment - only in central, accessible locations.
2. Rare objects /stalactites, stalagmites, draperies, columns, tubs, etc./ to be surrounded by railings.
3. To light these objects by colored lamps hidden.
4. To mark entries, in which visitors that need to go.
5. To dry out some places, by making hole patches for water runoff.
6. Muddy places, due to dripping water from the ceiling, to be littered with stones.
7. To clean up the entrances in order to be easy accessible.
8. To make steps on slopes and bridges, where is necessary.
9. To put railings in unsafe walking places.
10. To make dry places for sitting and rest.

In the next – the big cave, the author proposes to build a cave museum, which presents: the most typical sites, the result of a hydrochemical processes, occurring in Oryahovo caves /phosphate, calcite formations, etc./; samples of various types of soil and rock cave /diluvial clay, humus, breccia, conglomerate, sand, breccia, etc./; typical cultural remains from the life of the caveman /tools, weapons, jewelry, etc./, arranged by ages; remnants of the food of the caveman /bones, teeth and jaws of those animals, which the man used for food; to make models of all the animals that lived in the cave and outside and which the caveman used as food and fight with them /cave bear, hyena, round, deer, wolf cave, etc./; to present by models a cave human family, stressing on the clothing, weapons, jewelry, daily work, etc.; to print a short guide that will explain everything, exhibited in the museum.

The circumstances allow fulfilling only parts of this plan for the small cave.

In 1937, the members of the Tourist Society of the town of Drjanovo, with the help of the influential Dryanovo citizen Nicola Mushanov (he is Minister of Railways, Posts and Telegraphs up to 1934) undertake construction works in the cave. There are built stone stairs to its entrance and

the illumination of parts of the cave is made by a small water plant, built on the river Andaka. In this way, the cave “Bacho Kiro” became the first lightened tourist cave in Bulgaria.

The cave “Orlova Chuka” (Eagle’s Nest) is discovered in April, 1941 by S. Spassov from the village of Pepelina, Rousse. The first studies were carried out by the members of the Railway and sailor tourist society “Lokomotiv” – Rousse, under the leadership of T.M. Avramov [3]. In connection with its protection, it was closed with an iron gate. On June 7 1942 it was open for tourist visits, which leaders are from the society. There no more construction works made in this cave! In 1956 the cave is managed by the Regional Museum of Natural History in Rousse. Its socialization begin in 1959, when to its the entrance are build 124 stone steps and is pierced an artificial entrance, because the nature is extremely narrow. Only in 1961 the cave was partially electrified [7].

After 1960, the leading organization in the tourist utilization of caves is the Bulgarian Tourist Union (BTU), which for many years is one of the most popular social structures. Its actions are controlled and supported by the state and political leadership of the country. By Decree № 205/25.08.1960 the Council of Ministers (CoM) of Bulgaria requires BTS to submit a proposal for declaration of national tourist sites – caves, which are significant from archaeological and zoological perspective and together with the local executive committees of the district people’s councils, to develop activities for their best management, conservation and use. Based on this work in this direction, by Order 2057/28.10.1960, CoM announces 16 Bulgarian caves for tourist sites and assigns the BTS operation and management of the caves in the country. It is also ordered to socialize two more caves – Ponora and Rushova, which was not done. The cited document establishes the terms and conditions under the guidance of BTS, which is the beginning of the consistent development of the majority of caves - tourist sites, existing today in Bulgaria.



Fig.4 Moment of the work under the management of the Ledenika Cave, Vratsa – 1960

Below are presented chronologically the tourist utilization of caves after 1960:

- Ledenika, near the town of Vratsa, length 226 m. Displacement -14 m +16 m, landscaped in 1961 by Tourist Society “Veslets” – Vratsa; (Fig. 4).
- Magura, near village Rabisha, Vidin region. Length 2500 m. Displacement -56 m. Area 30 000 m², volume 220,000 m³ The cave is situated 1.5 km NW from Rabisha, Vidin region. Cultural interest provokes the SW branch, where are drawn over 1,000 graffiti drawings, made by bat guano and ochra. They are from different epochs, but the earliest of which are dated

back to the Paleolithic and Neolithic period, most of them are from late Eneolithic period and Early Bronze Age. This is the largest finding of prehistoric rock-cave monochrome painting in Europe. The cave is developed for tourist visits in 1961 from the State Tourist Agency “Balkanturist”.

- “Bacho Kiro” cave near the town of Drianovo, Dryanovski monastery - length 3500 m, displacement +65 m. The cave is partially socialized in 1937. Later, in 1960, its socialization is expanded in low and narrow, bottlenecks galleries, new paths are built and a hidden electric installation is made with 15 spotlights. In 1964, the tourist route is increased up to 450 m.
- Saeva dupka cave (Saeva hole), near Brestnica Village, Lovech region, length 205 m. Displacement 22 m (-12; +10 m.), Developed for tourist visits in 1967 by the Regional Council of the BTS in Lovech.
- Snezhanka cave, near Peshtera, Pazardzhik District, Rhodope Mountains, length 230 m, displacement -18 m, area 3150 m². Opened for tourists on January 2, 1961. Developed for tourist visits in 1968 by the Town Council of Peshtera. (Fig. 5).
- Devil’s Throat, vill. Trigrad, Smolyan district, Rhodope Mountains - length 480 m, displacement 89 m. Opened for tourist visits in 1977 by the County Council of BTU – the town of Smolyan.



Fig.5 The beauty of Snazhanka Cave, Peshtera Town, Pazhardzhik Distr., Rhodopy Mt.

region, Rhodope Mountains, length 43,72 m, displacement -14,06 m, area 704 m². Developed for tourist visits by Tourist Society “Bezovo” – Asenovgrad in 1990.

- Zandana cave (Pearl cave), Shumen, length 2716 m, displacement +22 m, area of 10 420 m², a volume of about 50,000 m³. Located on the northeast slope of the plateau, the eastern part of the Danubian Plain. In connection with its socialization A. Spassov makes detailed instrumental picture of the site in 1979-1980. From 1976 to 1985 the cave was laid out by the Municipality of Shumen, but it is not open for visits. Managed by the Nature Park “Shumen Plateau”.

Three Bulgarian Caves are officially used as objects for so called “extreme tourism”. The philosophy of such kind of activity is the organizing guided trips in wild (non-socialized) caves. These caves are managed by different Bulgarian Caving Clubs, which rent the caving gear to the tourists and then guide them in the caves. The guided trips are carried out in the following caves:

- Lepenitza Cave, near the town of Rakitovo, Pazardzhik municipality, Rhodope Mountains.
- Haramiiska cave, near vill. Trigrad, Smolyan municipality, Rhodope Mountains.
- Galuboitsa, near vill. Mogilitsa, Smolyan municipality, Rhodope Mountains.

Literature

1. Anon. (1899) A Tourist trip. – Svetlina, № 9,10, Sofia, 1899, p. 12.
2. Anon. The Seventh Regular Gathering of the BTS – town of Vratsa. - Bulgarian tourist kn.9, November 1907, p. 122.
3. Anon. In the Union. - Bulgarian tourist, 9, November 1941, p. 267.
4. Anon. Echo, No 20/2-16, October 1992, p. 3.
5. Anon. Annual Branch Life. - Bulgarian tourist, 1939, vol. 4, p. 96-98. Report of the Heroic Tourist Society “Veslets” - Vratsa about its activities in 1900, DA, Vratsa, f. 203 H, 1, a.e. 3, l 23 original, manuscript.
6. Balabanov, J. History of tourist movement in Sliven, Sliven, 1981, p 174.
7. Beron, P., Daaliev, T., Zhalov, A. Caves and Speleology in Bulgaria, BFSp, NTC, BAS, fond. Kom, Sofia, 2009.
8. Cherpokov, Atanas – District State Achieve - Plovdiv, f.52 k, a. e. 236.
9. Kirov, P. From the Underground Palace. - Mlad Tourist, 1932, vol. 3, p. 8-10.
10. Peev, C. Central Rhodopes and the Congress of the BTS. - Bulgarian tourist, 1938, vol. 6, pp. 177-182.
11. Report of the branch “Veslets” Vratsa, 1907, Bulgarian tourist, September.
12. Raduchev, Zivko. The third council in BTS in Sliven. - Tourist, 7, 1982, p. 27.
13. Raikova I. The Caves and Organized tourism in Bulgaria in the Early 20th century. - In: Proceedings of material from Jubilee Scientific Conference “75 years organized caving in Bulgaria”, Sofia, 4 to 5 April 2006 Izd.BFSp, Sofia, 2006, p.13-215.

14. Stamenova, M. "A Plan of Historical and Archaeological Parks in Madara, Preslav, Pliska and Tarnovo" from 1936, A compendium of the Balkan Speleological Conference "Sofia' 2014", Bulgaria, 28-30 March 2014, ed. SC "Helictit", Sofia, 2014, pp. 61-65.
15. Todorov, D. Past and Present of the Branch "Veslets" - Vratsa. - Bulgarian tourist, 1939, vol. 7-8, p. 208-209.
16. Zhalov A. Written sources about the caves and the emergence of Speleology in Bulgaria. - In: Collection of materials from the National Science Conference on Karst and Speleology, Sofia, March 1999, p. 5-10.
17. Zhalov, A. Newfound written records of karst and caves in the historical and the contemporary borders of Bulgaria XVII-XIX century - In: Proceedings of the 8th National Conference of Speleology dedicated to the 100th anniversary of TD "Sarnena forest", Stara Zagora 12-13 October 2002.

ЛЕГЕНДЫ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ КАК МОТИВ И БАЗИС ДЛЯ ТУРИСТСКОГО ПРОДУКТА

П.С. Ширинкин

Кафедра Управления и экономики СКС ПГАИК, г. Пермь

Кунгурский муниципалитет и г. Кунгур, по многочисленным методикам оценки туристской привлекательности [2], занимает лидирующее положение в туристском рейтинге среди муниципалитетов Пермского края, за исключением краевого центра. Причин этому несколько. Во-первых, наличие значимых туристских ресурсов и их комплексное сочетание: объектов активного и культурного туризма. При этом важно понимать, что такой туристский центр как Кунгур и Кунгурский муниципалитет способен «удержать» туриста более чем на одни сутки, поэтому можно говорить о законченном и постоянно эволюционирующем туристском продукте. Во-вторых, близость Кунгура к краевому центру (90 км) и хорошая транспортная доступность. И, в третьих, – потенциал развития событийного туризма. Такое мероприятие, как Ярмарка воздухоплавания, по праву, может считаться не только событием всероссийского масштаба, но и набирающим популярность за рубежом. В свое время был сделан абсолютно правильный ход: задумано уникальное туристское событие с привлечением иностранных участников – пилотов воздушных шаров, – это самое эффективное продвижение и реклама.

Уже перечисленных причин более чем достаточно, чтобы обрести Кунгур и Кунгурскому муниципалитету славу новой туристской столицы. Известно, что Кунгур когда-то был Чайной и Кожевенной столицами России. Сегодня, без каких-либо особых наработок, этот «уголок» Прикамья может стать новой туристской столицей России. Только одна Кунгурская Ледяная пещера – уникальный туристско-экскурсионный ресурс для России в целом. Вопрос остается только в продвижении «пещерного комплекса» не только в нашей стране, но и за рубежом. Однако, здесь есть всем известные ограничения: пещера, как памятник природы, нуждается в определенном температурном режиме и ограничении посещаемости, и это совершенно понятно. Остается только найти баланс в системе «цена посещения – стоимость туристского продукта – рост посещаемости». На наш взгляд, установленная на сегодня цена посещения пещеры вполне объективна, но с другой стороны, общая стоимость однодневного туристского посещения Кунгура, включая трансфер и питание, столь велика, что по туристской привлекательности Кунгур начинает уступать более отдаленным регионам Прикамья, даже с менее интересными туристскими ресурсами и находящимися на расстоянии 200-300 км от Перми к северу.

На базе Кунгурской Ледяной пещеры сотрудники эксплуатирующей организации, местные краеведы и историки одними из первых в России, еще в дореволюционную эпоху, начали использовать местные легенды и сказки для придания экскурсионной деятельности особого колорита. И это чрезвычайно примечательный факт! Известно, что В.Н. Татищев интересовался у вогулов, еще проживавших тогда на территории Кунгурского района, их эпическими вер-

сиями о происхождении карста и собственно Кунгурской Ледяной пещеры, и услышал в ответ удивительную легенду о подземном звере-мамонте, пожирающим земную твердь и проламывающим все на своем пути, образуя подземные чертоги [3]. Этот эпос, безусловно, отражает мировоззрение архаичных народов о геоморфологических, геологических и тектонических процессах на Урале и в Прикамье.

Кунгурский муниципалитет, г. Кунгур и Ледяная пещера, в частности, имеют целую систему легенд, сказок, народных преданий и откровенно туристских баек, которые сами по себе могли бы послужить не только мощным туристским ресурсом, базисом для современного туристского продукта, даже если бы в описываемом нами туристском регионе не было бы других туристских объектов. В своей диалектической совокупности они могут продвинуть Кунгур и Кунгурский муниципалитет на совершенно новый уровень не только российского, но и международного туризма. Но главное, что это целая «гносеологическая» система, способная стать значимым туристским мотивом.

Современный турист чрезвычайно требователен к предлагаемому туристскому продукту. Его уже нельзя увлечь только атрактивными видами, подробной исторической и краеведческой информацией, подготовленными экскурсоводами, «отработанностью» туристского маршрута. Он нуждается в динамике, неповторимом туристском сюжете, анимации и креативном досуге. И вот здесь особая роль принадлежит туристскому легендированию, и в нашем случае наработкам кунгурских специалистов по их туристским продуктам. Повторимся: туристские легенды являются не только базисом любого современного туристского продукта, но и чрезвычайно эффективным мотивом к совершению путешествия, и вот тут Кунгур и Кунгурскому району еще немало предстоит сделать и доработать.

Туристские легенды вообще и «кунгурские» в частности базируются на весьма разнообразной по релевантности информации:

- 1) реальные исторические события, которые в силу давности не сохранили летописных фактов подтверждения, но имеют под собой или археологические доказательства, или являются частью устойчивых во времени народных преданий;
- 2) легенды, базирующиеся на информации, подтвержденной не только археологическими, но и летописными (документальными) источниками, но к последним, часто, есть многочисленные вопросы по их подлинности;
- 3) легенды, основанные на эпосе и космогонизме прикамских коренных народов;
- 4) легенды, возникшие по мотивам произведений обозримого прошлого, в основном литературно-художественного плана, которые стали классикой и неожиданно обрели территориальную привязку и воспринимаются сегодня чуть ли не как объективный факт;
- 5) современные туристские легенды и байки, которые могут иметь или не иметь под собой реальных фактов, они «созданы» буквально вчера, связаны с конкретной ситуацией или являются плодом свободной фантазии туристов и гостей Кунгура.

В любом случае, значение эпоса для туристского легендирования и формируемого туристского продукта чрезвычайно велико. На основании вышесказанного можно констатировать, что в «кунгурских землях» есть все типы легенд по генезису и это чрезвычайно привлекательно не только для туристской науки, но и для потребителя туристского продукта.

Теперь, из представленного деления легенд на определенные группы по происхождению, попробуем рассмотреть их применительно к городу Кунгур и Кунгурскому району. Проведем предварительную классификацию туристских легенд:

① Легенды, связанные с эпосом коренных народов, в первую очередь, вогульскими и так называемыми «чудскими». В частности, уже упоминавшаяся нами легенда о звере-мамонте, которая своими корнями уходит в глубокую древность.

Василий Никитич Татищев – один из основателей Перми и Екатеринбурга, узнал о Ледяной пещере в Кунгуре из летописных источников и преданий коренных народов, но сам, похоже, в ней так и не побывал. Больше всего его заинтересовала легенда о том, что якобы под городом живет громадный, черный и страшный Зверь-мамонт. Во всяком случае, так считали вогулы, которые, очевидно, «помещали» туда своих страшных подземных духов и демонов, отвечающих за потусторонний мир мертвых. Они рассказывали, что у Зверя-мамонта два

рога и он может двигать ими по отдельности, как захочет! Питается Зверь-мамонт самой скальной породой, так что после него остаются внутри Земли ужасные ходы, а на поверхности все вздувается буграми. Там, где пустоты обрушаются, снаружи образуются глубокие рвы и воронки. И не только отдельные дома и люди, но и целые селения могут враз проваливаться в эти ямы! Как только услышишь или почувствуешь, что под землей идет мамонт, так нужно быстрее покинуть жилище, ложиться ничком на землю и ждать, пока земля перестанет сотрясаться и двигаться. Не случайно Кунгур называют еще «городом на решетке»!

Интересно, что подобная легенда, но, вероятно, более древняя, существует и в Чердыни (особенно она была популярна в XVIII веке), будто под семью чердынскими холмами располагается огромное подземное озеро, и в него случайно в стародавние времена провалился Зверь-мамонт. Чудовище не умерло, а до сих пор находится там и мучается. Зверь тяжело дышит и стонет от непосильной ноши священных чердынских холмов. Может и не холмы это вовсе, а бока мамонта, занесенные землей с растущими на них травой и деревьями?!

Наиболее ранние сведения об останках мамонтов на территории России можно найти у амстердамского бургомистра Витсена, который в 1692 году опубликовал свои заметки о путешествии по Северо-Восточной Сибири. В них упоминается о том, что в вечно мерзлой почве Сибири часто находят мамонтов. Более подробную справку о сибирских мамонтах написал Избранд Идес, который по приказу Петра I проехал через всю Сибирь, направляясь в Китай в качестве посла. Его путевые записки были изданы в 1704 году в Амстердаме.

Для объяснения этих находок в холодных просторах Сибири существовало множество теорий, подчас весьма фантастических. Так, например, согласно одной теории, найденные скелеты и трупы мамонтов якобы принадлежали слонам Ганнибала, которые разбрелись по Европе и в конце концов достигли Урала, где и погибли от сильных морозов (!).

Паллас утверждал, что мамонты были занесены в Сибирь с юга во время Всемирного потопа (!), а их останки сохранились благодаря мерзлоте почвы.

Останки древних животных, которые коренные северяне называют подземными оленями, находят на Ямале очень часто. Еще в 18 веке с территории ЯНАО вывозили сотни килограммов бивней самых больших млекопитающих. По ненецкой легенде, мамонты – «подземные олени» в далекие времена ушли под землю, где и живут до сих пор вместе с легендарным племенем сихиртя [3].

② Легенды, связанные с освоением Прикамья русскими и в первую очередь с Ермаком Тимофеевичем и его возможным местонахождением не только в кунгурских землях, но и одной зимовки казаков в Ледяной пещере. Это еще такие «ермаковские места»: камень Ермак, «Ермаково городище» над «телом» пещеры, - современные исторические версии вполне допускают такую возможность.

Прямо над Ледяной пещерой, на высоком холме, располагается древнее городище. Место выбрано очень удачно с точки зрения обороны. Враг мог подойти только со стороны, противоположной входу в пещеру, где сегодня пролегает дорога по равнинному участку, но нападающих ожидали земляной вал и встреча с защитниками городища.

Сегодня сложно определить, бывал ли действительно в городище казацкий атаман Ермак, чего, собственно, нельзя исключать, когда он, по одной из версий, ошибся и на пути в земли Строгановых поплыл не по Чусовой, а свернул на Сылву, и ему пришлось становиться здесь на зимовье. В действительности это примечательное место над пещерой использовалось людьми с древнейших времен, и последними, кто проживал на этом городище в VIII–X веках н.э., были остяки и вогулы (современные ханты и манси).

Жизнь в этом городище имела особый мистический смысл. Жители знали о пещерных пустотах, находящих прямо у них под ногами, а карстовые воронки, переходящие на глубине в органические трубы и пещерные гроты, придавали человеческой жизни особую взаимосвязь с подземным миром. Люди того времени мысленно помещали бездонный загробный мир в подземные «пещерные города». В этом мире умершие остяки живут так же, как и на белом свете, только в подземном загробном мире люди хранят гробовое молчание и используют те вещи, которые положили им с собой в могилу родственники. То, что подземный мир был рядом, у жителей того времени не вызывало сомнений... [3].

③ Собственно легенды Кунгурской Ледяной пещеры. Это целый литературно-художественный «массив», который активно популяризуется, развивается и эксплуатируется в экс-

курсионной деятельности [1]. Здесь возникает желание выделить некоторые подтипы:

- исключительно спелеологические легенды – байки спелеологов любителей и профессионалов. Они не имеют исключительной привязки к Кунгурской Ледяной пещере и характеризуются определенной долей универсальности. Например, легенда о Белом спелеологе;

У любителей пещер есть свои устойчивые байки о Белом спелеологе. Якобы однажды два друга посещали пещеру, и один из них сломал ногу, а другой в одиночку не смог помочь ему выбраться, поэтому из пещеры вылез один, клятвенно пообещав раненому товарищу привести помощь, и... сбежал. Оставшийся в пещере спелеолог не дождался помощи и погиб... Теперь он бродит по разным пещерам, прихрамывая так и не зажившей ногой, и уводит в темноту каждого, кто когда-нибудь предал или бросил своего друга...

К этой байке спелеологи относятся очень серьезно, и вы можете услышать десятки рассказов о чьих-то шагах, посторонних звуках и даже видениях, которые были «записаны» на счет Белого спелеолога. Интересно, что посетители пещер относятся к этим рассказам не столько со страхом и любопытством, сколько с уважением. Спелеолог, оказавшийся в трудной ситуации, знает, что он не один и где-то рядом есть такой же «коллега», который когда-то навсегда остался в пещере. С ним можно даже пообщаться...

Правда, сами спелеологи не любят об этом никому говорить... спросите лучше экскурсоводов Кунгурской Ледяной пещеры, и они расскажут вам десятки баек про Белого спелеолога... [3].

- классические легенды Кунгурской Ледяной пещеры. Например, Озеро «девичьих слез», ступеньки «Дамские слезки», легенда о двуликой и т.д.;

13 июля 1914 года Кунгурскую Ледяную пещеру посетила немецкая принцесса фон Баттенберг с дочкой Луизой. Это была старшая сестра супруги Николая II Александры Федоровны Романовой.

В одном из пещерных проходов есть неудобные ступеньки вниз, разглядеть которые в темноте удастся не сразу, а они, как назло, бывают влажными и скользкими. Даже сегодня в этом месте, несмотря на предупреждение экскурсоводов, туристы часто оступаются и падают.

Тогда так и случилось с принцессой Луизой, которая, упав, разбила себе коленку и от обиды даже заплакала. Это был неприятный политический конфуз и почти международный скандал! С этого времени так и стали называть эти ступени «Дамские слезки».

Но вот что интересно: вскорости Луиза вышла замуж за шведского принца и стала королевой, при этом брак был очень счастливым и удачным. Все посчитали, что это не простое совпадение! [3].

- современные «первоапрельские» легенды пещеры (пещерные тараканы, удав, летучая мышь и т.д.);

Широко известна шутка о гигантской летучей мыши, которая живет в карстовых пещерных и их вертикальных тоннелях естественного происхождения – органных трубах...

Кто бы мог подумать, что в Кунгурской Ледяной пещере так много органных труб – 146! Самая высокая находится в гроте Эфирный – 22 метра! Органная труба – это уникальное карстовое образование, которое формируется примерно следующим образом: из-за растворения горных пород (гипса, ангидрита) над пещерой образуются карстовые воронки, на дне которых скапливается дождевая или талая вода, которая постепенно растворяет многочисленные каналы вглубь пещеры. Эти каменные проходы-трубы постепенно расширяются, соседствуют друг с другом и соединяются, а в некоторых непрерывно сверху капает вода, которая несет в себе большую долю растворенных минералов. Под такой органной трубой уже в самой пещере, до грота которой она «дорастает», постепенно начинает расти конус из растворенных в воде горных пород.

Экскурсоводы в пещере любят шутить, выбрав на туристской тропе такую трубу, из которой постоянно летят мелкие капли воды. Ученый и экскурсовод «старой

закалки» Вячеслав Семенович Лукин называл капли, летящие сверху, из карстовой воронки, серебрянными монетками.

Чрезмерно любопытным туристам сообщают, что именно в это карстовое образование когда-то залетела гигантская летучая мышь и застряла, а теперь ее скелет так и находится в верхней части органной трубы! Конечно, туристы не могут удержаться, чтобы не заглянуть в такую трубу, тщетно пытаясь увидеть скелет несчастной летучей мыши! Они светят туда фонариками, сотовыми телефонами, при этом отважно подсовывают лицо под летящие капли! Из переплетений каменных труб наивному посетителю совершенно неожиданно в лоб или в нос прилетает холодная капля с такой скоростью и силой и так неожиданно, что некоторые даже не успевают закрыть глаза. При этом можно даже услышать характерный шлепок капли и крики неожиданности! Но смешнее всего то, что, пошутив над незадачливыми туристами, экскурсоводы сообщают, что это была шутка, но в ответ они слышат твердые заверения в том, что люди действительно видели в органной трубе кости летучей мыши или ее скелет как минимум размером с... дельтаплан! [3].

- новейшие легенды Кунгурской Ледяной пещеры (экстрасенс в Ледяной пещере, о супружеской верности, «большая стирка», легенды для взрослых и т.д.).

Байки про подземное пещерное озеро с монетками и сокровенными желаниями на этом не заканчиваются. Из-за жесткой воды, насыщенной растворенными в ней минералами, на поверхности подземного озера плавает ясно видимая пленка, состоящая из кальция, которая кристаллизуется прямо на поверхности воды!

Однажды в присутствии иностранцев экскурсовод решил пошутить и одновременно удивить зарубежную делегацию, сообщив им серьезным голосом и с невозмутимым видом, что на поверхности плавает не что иное, как... стиральный порошок «Т...»! Этим сотрудник пещеры, видимо, решил подчеркнуть, что в пещере тоже иногда бывает «Большая стирка». Переводчики перевели: «This is T...». У иностранцев округлились глаза: «Really?» (Правда?!), – и они... поверили!!! Даже после того как на лице экскурсовода появилась улыбка и стало ясно, что иностранцев разыграли, переубедить их в обратном не удалось! Ну и ладно! Пусть знают, что у нас «кипятят» даже в пещерах из опасения, что вездесущий мужчина из рекламы может добраться и сюда... [3].

④ Легенды и исторические события, связанные с «горнозаводской цивилизацией» и восстанием Пугачева; строительством железной дороги через Кунгур и т.д.

Жители Кунгура, узнав о приближении бунтовщиков, включая самых бедных горожан и крепостных крестьян, единогласно решили дать отпор мятежникам и ни при каких обстоятельствах не пускать их в город. Советская историческая наука упорно замалчивала этот факт, разъяря неудачу войск Пугачева под Кунгуром противодействием регулярной царской армии. В действительности бунтовщиков Пугачева и Салавата Юлаева не принял народ и вся уральская горнозаводская цивилизация! Граница южных черноземов в окрестностях Кунгура стала пределом распространения крестьянского бунта... У простых людей ничего не было, кроме пусть и принудительной, но все же работы, за которую можно было получить «прокормление» и место для строительства избушки, хоть и кривой, но зато своей. Пугачев нес только разорение и новое насилие, а без заводов на уральской земле не выжить!..

Оборону Кунгура возглавил президент городского магистрата Иван Михайлович Хлебников, предок первого экскурсовода Кунгурской Ледяной пещеры – Александра Тимофеевича Хлебникова, что само по себе уже является интересным совпадением. 23 января 1774 года повстанцы подступили к стенам города, и начался штурм, который длился весь день до темноты. В этом сражении многие ополченцы, включая самого И.М. Хлебникова, сложили головы за свой порядок и свою Россию. Штурм оказался настолько неудачным, что, по сути, Кунгур и его храбрые жители переломили хребет всему крестьянскому восстанию. Пугачевцы были разгромлены и не сумели взять Кунгур – единственный тогда крупный город в Южном Прикамье. Мятежники растеряли боевой дух и рассеялись по южно-уральским степям, а башкирский предводитель Салават Юлаев был тяжело ранен и скоро схвачен.

Пугачев так и не понял, что для горнозаводского человека, работника кожевенной частной мануфактуры, даже крепостной гнет был меньшим лихом, чем потеря родного предприятия, работы, дома и семьи. Не поняли «кунгуряки» впоследствии и восстания декабристов, расценив его как очередной бунт, угрожающий их будущему.

В начале XX века на стеле было написано: «В память спасения города от пугачевских

шаек». В советское время надпись вдруг поменялась: «В честь борьбы кунгурских крестьян против крепостничества». По словам пермского писателя Алексея Иванова, жители Кунгура увидели на стеле «три правды за 100 лет». Третья фраза, которая написана на стеле сегодня, – это своеобразный постсоветский компромисс: «Благодарные потомки – храбрым предкам» [3].

⑤ Легенды купеческого Кунгура (меценатство, купеческие «пари», благотворительность, «баснословные» состояния и т.д.).

До революции Кунгур называли купеческой республикой. Не столько за разнообразие товаров, активную торговлю, деловую хватку, а, скорее, за широкую купеческую душу, меценатство и благотворительность. Нельзя не назвать фамилии таких знаменитых на всю Россию кунгурских купцов, как А.С. Губкин, А.Г. Кузнецов, М.И. Грибушин. Эти люди, как и многие другие предприниматели того времени, жили по принципу: «С каждого рубля прибыли – копейку на благотворительные дела!».

М.И. Грибушин, например, подарил Кунгуру Малый Гостиный двор, при этом половина доходов с лавок шла в городскую казну, а вторая половина – на содержание бедных студентов. Он построил в городе дом для мальчиков-сирот, истратив огромные по тем временам деньги – 100 тысяч рублей! Купцы даже соревновались друг с другом, чья благотворительность будет щедрее и полезнее для города и его жителей.

Купец и меценат А.С. Губкин построил приют для девочек-сирот. Затем за свой счет он создал Кунгурское техническое училище, включая обустройство внутренней обстановки и финансовое обеспечение на несколько лет вперед. В итоге он потратил около 1 миллиона рублей! И это в ценах того времени!

Внук А.С. Губкина – А.Г. Кузнецов учредил Чайное товарищество, которое имело годовой оборот в 65 миллионов рублей! Это треть всей продажи чая в России, и большая доля от этих денег шла на благотворительность!

Дочь фабриканта Фоминского – Таисия Агеева продала кожевенный завод и на вырученные деньги построила театр для... рабочих (!), где также находились воскресная школа и библиотека [3].

⑥ Легенды уральского Афона: Белогорье и судьбы Романовых.

С 19 по 20 июня 1914 года Белогорскую обитель посетила Великая княгиня Елизавета Федоровна. Проведя 2 дня в обители, она с интересом ознакомилась с монашеским бытом и историей Белогорского монастыря. Княгиня подарила отцу Серафиму икону... преподобного Серафима Саровского (!), слова которого, как известно, стали пророческими: «Будет некогда царь, который меня прославит, после чего будет великая смута на Руси, много крови потечет за то, что восстанут...». Неизвестно, думали ли тогда сами об этом предсказании Елизавета Федоровна и отец Серафим, которого звали так же, как Саровского, но нам на протяжении страниц этой книги все время кажется, что иначе и быть не могло, ведь после Белогорья Великая княгиня собиралась посетить Екатеринбург и... Алапаевск! Она, к сожалению, туда попадет... всего через 4 года в качестве пленницы большевиков, которые бросят ее живьем в одну из Алапаевских шахт... Может быть, она тоже что-то предчувствовала, подарив перед отъездом игумену Варлааму свой портрет, а также церковное облачение, которое станет для игумена очень скоро, по сути, погребальным саваном... [3].

⑦ Современные легенды г. Кунгура и Кунгурского района (тайна кунгурского чернозема, «о пользе пьянства» и т.д.).

Всем известно, что на Земле встречаются самые разнообразные виды почв: желтые, красные, песчаные, тундровые и даже солончаки. Но все-таки самой плодородной почвой – настоящим подарком природы – везде и всегда был чернозем! К сожалению, формирование этой уникальной почвы зависит от многих природных факторов, и поэтому она встречается лишь в немногих районах планеты. Например, на Центральных равнинах США, на Украине, Северном Кавказе (Краснодарский и Ставропольский край), в Казахстане, в Курганской, Орловской, Оренбургской областях и т.д.

Климат Пермского края умеренно-континентальный, и поэтому в подавляющем большинстве у нас представлены подзолистые и дерново-подзолистые почвы, страдающие избыточным увлажнением, повышенной кислотностью и, как следствие, низкой урожайностью. Ни при каких усилиях в Пермском крае и в других аналогичных по климатическим условиям регионах черноземов быть не может, и никакими удобрениями и мелиорацией из подзолов чернозем не сделать. По современным представлениям, почва – это особое природное тело,

которое формируется веками и тысячелетиями. Но черноземы в Пермском крае... все-таки есть!

В районе Кунгура и южнее можно познакомиться с уникальным ландшафтом – кунгурской лесостепью. На холмах, окружающих город, и дальше к югу то тут, то там можно увидеть ковыльно-злаковое разнотравье, словно вы вдруг оказались в степях Башкирии, Заволжья или даже Монголии! Но ведь этого не может быть при таком климате, температурном режиме и избыточном увлажнении! Здесь должны быть бедные подзолистые почвы, и только! И хотя полоса кунгурских черноземов невелика, примерно 200 на 65 км, они есть как природный феномен. В чем же секрет?

На небольшой глубине сразу под почвами располагаются древние пермские известняки, гипсы и доломиты, которые благодаря своей трещиновато-пористой структуре быстро отводят дождевую воду из почвы, так что влага не застаивается и коэффициент увлажнения становится близок к известным мировым регионам распространения чернозема! Эта тайна кунгурских черноземов стала понятной только во второй половине XX века [3].

Предлагаемая нами классификация не может считаться законченной. Мы приглашаем коллег к активной дискуссии и дополнениям, а предпринимателям сферы туризма рекомендуем обратить внимание на гигантский туристский потенциал, заложенный в этом «эпосе». Необходимо расширить временные рамки эксплуатации комплексного «кунгурского» туристского продукта и сделать его более равномерным в течении года, с тем чтобы всегда быть привлекательным для туристов. Пока что стабильность анимационных программ в туристской деятельности может похвастаться только Кунгурская Ледяная пещера. Однако и там есть пространство для «маневра». С учетом стоимости входного билета, анимационное сопровождение должно быть постоянным, а не за «дополнительную плату». Построенная между пещерой и Сталагмитом этнодеревня прекрасно подходит для ежедневной отработки тематики Ермака (Пугачевского бунта и т.д.), а не по «большим» праздникам. Музей купечества, по примеру своих коллег в Очере, мог бы проводить регулярные театрализованные экскурсии. Наконец, ничего гносеологически и объективно исторически не мешает «ввести» вогульскую и чудскую тематику во все туристские события города и района. Своеобразным апогеем комплексного использования туристского легендирования в эксплуатации туристского продукта может стать Ярмарка воздухоплавания, с учетом комплексности и сочетания туристских легенд этих «земель», – это мероприятие будет туристском лицом всего Прикамья, легко обойдя по культурологическому замыслу фестиваль «Белые ночи» в Перми. Обзор уже прошедших ярмарок воздухоплавания показывает, что у организаторов все хорошо «в небе», но туристский продукт должен быть эффективным, разнообразным, непрерывным и привлекательным и «на земле». Этого знаменитой ярмарке пока не хватает, зато организаторы на основании наших предложений могли бы перестать испытывать трудности в попытке ежегодно создавать «новый» творческий замысел, - он давным-давно есть: это кунгурская земля с ее необычайным природным, историческим, культурным наследием и этническим богатством живущих сегодня народов.

Литература

1. Рапп В. Путеводитель по Кунгуру и Ледяной пещере для семейного чтения / В. Рапп. – Пермь, 2004. – 351 с.
2. Ширинкин П.С. К вопросу о разработке региональной программы по развитию туризма: «дорожная карта» (на примере Пермского края) / П.С. Ширинкин // Современные проблемы туризма и гостеприимства. (Материалы профессорского лектория в рамках международного научно-практического форума «Сфера туризма и гостеприимства в эпоху глобализации»). (Пермь, 15-17 мая 2013 г.): учебное пособие. – Пермь: ПГАИК, 2013. – С. 163-213.
3. Ширинкин П.С. Книга легенд. Туристские легенды Пермского края / П.С. Ширинкин. – Пермь: Пресстайм, 2013. – 395 с.

ЭККУРСИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ИСКУССТВЕННЫХ ПЕЩЕРАХ РОССИИ

А.А. Гунько¹, Ю.А. Долотов²

¹Русское географическое общество, г. Набережные Челны

²Русское географическое общество, г. Протвино

Использование пещер в качестве экскурсионных объектов имеет давнюю традицию и широкое распространение в мире. При этом доля искусственных подземелий в этом секторе туристской индустрии неуклонно растет и в некоторых регионах даже преобладает. Это объясняется в первую очередь меньшими затратами на музеефикацию, доступностью и, нередко, выгодным взаимным расположением с надземными историческими памятниками. Музеефикации подвергается все, что может привлечь туристов: старинные рудники, водоводы, склепы и катакомбы, большие подвалы, культовые пещерные комплексы, казематы, бункеры времен «холодной войны» и многое другое. Эти объекты обеспечивают круглогодичный многомиллионный оборот посетителей и нередко становятся основными центрами притяжения внутри туристско-рекреационных кластеров.

На территории СССР музеефикация пещер имела характер исключительного явления. В наследие от советской эпохи России досталась лишь одна полноценно оборудованная для посещения естественная пещера – Кунгурская и ряд «подвальных» музеев. С 1990-х гг. количество экскурсионных пещер стало расти, и, в этом росте, следуя мировой тенденции, важную роль стали играть искусственные подземные пространства. Ниже представлен небольшой обзор объектов, функционирующих на начало 2014 года в пределах России.

Каменоломни и рудники. Оборудование для посещения туристами старинных каменоломен и рудников, столь распространенное за рубежом, в России продолжает оставаться неосвоенной нишей в системе туризма. Первым объектом такого рода, открывшимся в 2000 г., можно считать пещеру Левобережную, входящую в Саблинский природный комплекс в окрестностях Санкт-Петербурга. Эта горная выработка, в которой производилась добыча кварцевого песка, ежегодно привлекает под землю до 50 тысяч экскурсантов. В горном парке «Рускеала» в Карелии, где шла открытая и подземная разработка мрамора, оборудован для посещения участок штольни и шахта, а также ведутся работы по созданию подземного маршрута к сохранившейся камере-колоннику. В 2006 г. в одной из выработок Пешеланьского гипсового завода (Нижегородская обл.) был открыт подземный «Музей истории горного дела, геологии и спелеологии» с маршрутом, включающим 8 тематических залов, где посетители могут ознакомиться с историей комбината, местной геологией и т.д. С 2012 г. в Татарстане идет подготовка к музеефикации старинного Сармановского медного рудника, который станет центром создаваемого горного парка «Ахмет-Тау».

Подземные хранилища. Примером использования таких сооружений в туризме является хранилище-ледник в окрестностях г. Якутска, где оборудованы 11 залов. Температура в выработке составляет от -4° до -10°С, что позволяет в течение всего года сохранять резные ледяные фигуры, украшающие комплекс. Здесь же находится музей мерзлоты и резиденция якутского Деда Мороза – Чысхаана.

Старинные подвалы. Очень распространенная разновидность подземных экскурсионных объектов, имеющая, несомненно, большие перспективы освоения. Музеефикация старых подвалов может быть связана с реальными историческими событиями или персоналиями. Например, с 1924 г. в Москве работает музей «Подпольная типография 1905–1906 гг.», созданный на базе подвальных помещений в здании конца XIX в., а в Казани с 1940 г. преобразован в музей подвал-пекарня Деренкова, где в 1880-е гг. помощником пекаря работал А. Пешков (Горький). Старые подвалы могут служить прекрасной основой для расширения существующих экспозиций, как это произошло в Елабуге, где за счет подземного пространства удалось создать трехъярусный музей, или в доме-музее В.Л. Пушкина в Москве, часть экспонатов которого, после реставрации здания, размещена в подвале. Посещение музея истории Екатеринбурга начинается с его подвала, а в Федоровском геологическом музее г. Краснотурьинска в подвале восстановлена шлифовальная мастерская и кернохранилище начала XX в. с экспозицией

старинных горных инструментов. В основе появления «подвальных» музеев иногда лежат местные легенды – так в Невьянске создана экспозиция «В подвалах Демидовых», где якобы работал фальшивомонетный цех.

Бункеры. Великая Отечественная война, а также последующие за ней десятилетия оставили для нас большое число объектов, связанных с гражданской обороной и военной сферой. Широкую известность в последние годы получили открывшиеся для посещения «бункеры Сталина». Один из них – музейный комплекс «Запасной командный пункт И.В. Сталина периода 1941–1945 гг.» в Измайлове – является общественным филиалом Центрального музея Вооруженных Сил. Комплекс площадью 135 тыс. м², включает целый ряд больших помещений, зал для заседаний, кабинеты, ресторан. Другой запасной командный пункт Сталина открыт для посещения в Самаре. Это система помещений на глубине 37 м, расположенная под современной Академией культуры и искусства. Примечательным объектом, ныне музейным, считается «Бункер ГО-42 на Таганке», расположенный в центре Москвы на глубине 65 м. Он имеет площадь 7 тыс. м² и предлагает не только экскурсионную программу на тему «холодной войны», но и размещение на своей площади различных выставок. Интересен опыт т. н. «Медвежьей пещеры», оборудованной на окраине г. Геленджик в небольшом старом бункере. Пространство бункера было украшено искусственными натеками – сталагмитами, сталактитами, сталагматами, что имитировало обстановку естественной пещеры. В залах разместились геологическая экспозиция, аквариумы с экзотическими рыбами, фотовыставка и вольеры с нильскими крыланами. Располагаясь в курортной зоне на территории «Сафари-парка», в летний период пещера принимает до 1 тысячи человек в день.

Культовые пещеры. Особый тип искусственных пещер, распространенный в основном в Европейской части России. Десятки христианских пещер и пещерных комплексов, созданных руками монашеских братий и простых крестьян в период XVII–XX вв., после 1917 г. оказались разорены и частично разрушены. В 1991 г. в Воронежской области был образован Музей-заповедник «Дивногорье», ключевым объектом в составе которого стал двухъярусный пещерный комплекс Большие Дивы. Были произведены его реставрация и монтаж стационарного освещения. Этот комплекс, среди прочих культовых пещер, является самым посещаемым – ежегодно принимает свыше 30 тысяч человек. Целый ряд крупных культовых пещер с середины 1990-х гг. был возвращен Русской православной церкви. Прогрессирующее развитие т. н. паломнического туризма позволяет отнести пещеры, эксплуатируемые РПЦ, также к числу экскурсионных. К сожалению, эти пещеры, привлекающие не только паломников, но и тысячи туристов, часто функционируют без каких-либо документов и экспертных заключений, а восстановление подземных храмов и монастырей часто сопровождается уничтожением исторических следов и культурных ценностей. На территории России оборудованы для посещения: Белогорские пещеры (в Воронежской обл., крупнейшая культовая пещера в Восточной Европе, частично отреставрирована; представляет собой многоярусный комплекс, включающий подземный храм); Костомаровский комплекс пещер (Воронежская обл., состоит из 5 пещер различного назначения, включает три подземных храма, отреставрированных); Дивногорский пещерный комплекс в Малых Дивах (Воронежская обл., был укреплен и частично отреставрирован, включает подземный храм); Пещерный монастырь Игнатия Богоносца (Валуйки Белгородской обл.); Холковский пещерный комплекс (Белгородская обл., включает пещерный храм); пещерный комплекс Свято-Троицкого Сканового монастыря (Пензенская обл., один из крупнейших пещерных комплексов России, имеющий несколько ярусов, частично реконструирован); Бузулукские пещеры (Оренбургская обл., частично реконструированы); Покровские пещеры (Оренбургская обл., включают пещерный храм), пещеры Белогорского Каменнобродского монастыря (Волгоградская обл.).

Как можно убедиться, целый сегмент туристического рынка, частью которого являются музеефицированные подземные объекты, по-прежнему, несмотря на богатейший потенциал, не освоен в России. Этому есть ряд причин. Главнейшая из них – юридические и бюрократические сложности, возникающие на пути организаторов. И если для оборудования подвального помещения количество разрешительных документов не столь велико, то для создания музея,

например, в старой горной выработке, требуется большое число дорогостоящих экспертиз и согласований, получение Горного отвода, а также крупные финансовые вложения.

Другой причиной является этическая сторона, моральный климат в спелеологическом сообществе обычно не позволяет спелеологам заниматься коммерческой деятельностью в исследуемых пещерах. Такое общественное мнение внутри спелеологической среды бывшего СССР весьма устойчиво, даже несмотря на то, что музеефикация некоторых пещер может быть единственным способом их спасения от разрушения и деградации.

Тем не менее, в ближайшие десятилетия нашу страну, безусловно, ожидает бум освоения подземного пространства в экскурсионных целях, а также возвращение большинства культовых пещер РПЦ. В этой связи необходимо усилить контроль над процессом музеефикации со стороны научных и общественных организаций. Это даст возможность сохранить памятники от разрушения и необоснованных реконструкций. Важна и экологическая сторона: например, заброшенные пещеры часто являются убежищем для рукокрылых. Для сохранения существующих колоний при оборудовании пещер необходимо учитывать мнение специалистов-биологов.

ПЕЩЕРЫ АЛЕКСАНДРОВСКОГО РАЙОНА И ИХ ЭКСКУРСИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

А.В. Фирсова

ПГНИУ, кафедра туризма, ул. Букирева, 15, корп.8, ауд. 434

Александровский муниципальный район находится в северо-восточной части Пермского края, на западном склоне Среднего Урала и имеет значительную удаленность от краевого центра – более 240 км. Александровск и его окрестности расположены вдоль линии кольцевой автомобильной дороги Пермь – Чусовой – Губаха – Кизел – Александровск – Березники – Пермь. Эта территория относится к зоне хорошей транспортной доступности, входит в туристское кольцо Прикамья, туризм может рассматриваться здесь как одна из специализаций жителей района. Развитию туризма в Александровском районе способствуют два положительных фактора – ландшафтное разнообразие и уникальные историко-культурное наследие. Рассмотрим эти ресурсы подробнее.

Согласно туристскому районированию А.И. Зырянова данная территория входит в Горнозаводский туристский район, характерной чертой которого является положение на стыке Уральского краевого прогиба и горной части Западного Урала; наличие разнообразных полезных ископаемых (соли, медной и железной руды, известняков, доломитов, каменного угля); промышленное освоение данных территорий в XVIII – XIX вв. [2].

Именно здесь, в долине рек Яйвы, Лытвы, Вильвы, мы можем наблюдать последнюю складку Уральских предгорий – невысокие горы Болбан, Дресья, Матюкова – каждая из которых не выше 300 м над у. м. Другими словами, мы становимся свидетелями древнейшей геологической драмы – Восточно-Европейская платформа, столкнувшись с Западно-Сибирской, подняла вверх дно древнего пермского моря и образовались причудливые скалы-останцы (или, как назвал их в романе «Доктор Живаго» Б. Пастернак, – шиханы): Плешатик, урочище Анюша, камень Соколиный, Тихий камень, и мн. др. Эти скалы сложены карбонатными породами девона, карбона и перми, они подвержены выветриванию, поэтому окрестности Александровска и Кизела – наиболее богатый пещерами карстовый район на Урале. Здесь более двухсот гротов и пещер различной глубины и высоты, самые известные из которых – Виашерская, пещера Тайн, комплекс Чаньвинских пещер и гротов, большая и малая Махневские пещеры, Двухэтажка [3].

Гряда пещер и гротов в глухом таежном углу между Яйвой и Чаньвой – мекка спелеологов, археологов, палеонтологов, искателей приключений и кладов. Пещеры представляют значительный научный и культурный интерес и являются геологическими и палеонтологическими памятниками Прикамья. Комплекс Чаньвенских пещер и гротов расположен в 14 км к северу от п. Анюша в бассейне Яйвы – на участке правого скалистого склона долины р. Чаньвы

выше устья р. Копижной и приурочен к выходу скальных образований. В данный комплекс входят: пещера Чаньвинская (Вогульская), пещера Дующая (Чаньвинская – 1, или «Драконова щель»), грот Высокий (Чаньвинская – 2) и грот Пещерного льва (Чаньвинская – 3). Все объекты приурочены к одному скальному выходу известняка и находятся друг от друга на расстоянии 100 – 250 м. Статус особо охраняемой природной территории был присвоен этому пещерному комплексу 12 января 2000 г. на основании произведенных раскопок и исследований.

Самая известная среди пещер здесь – Чаньвинская (Копижная или Вогульская), овеянная легендами о древних манси (вогулах). Она расположена на левом берегу реки Чаньва, в 300 м выше впадения в нее речки Копижная. Пещера является карстовой полостью в скальном выступе, и расположена на высоте 10 м над уровнем реки. Предвходовая часть пещеры, свободная от леса, представляет небольшую поляну, заросшую по краю высоким кустарником. Пещера по протяженности небольшая, состоит из двух гротов общей протяженностью 90 м. Но поражает всех рекордной для пещер Пермского края величиной входа – ширина 34 м при высоте 18 м. Это огромный грот, открытый на север, сводчатая задняя стена с естественным карнизом.

Жертвенное место в Чаньвинской пещере впервые было описано академиком И.И. Лепехиным в 70-х годах XVIII в. По его данным, пещера и тогда действовала как вогульское святилище, а в ее пределах находились деревянные идолы, которым приносили культовые дары. Первые стационарные раскопки жертвенного места проводились в пещере в 1893-1894 гг. под руководством члена Пермской ученой архивной комиссии С.И. Сергеева. Тогда же и был составлен первый план пещеры. В 1961, 1965, 1976 гг. разведочные работы были продолжены. В результате работ в пещере были обнаружены остатки мансийского святилища, очаги с находками керамики и кремневыми орудиями, наконечники стрел, бронзовые украшения, предметы пермского звериного стиля, монеты. Зафиксирован комплекс костных останков жертвенных животных, датируемых примерно 1000-300 летней давностью: домашняя лошадь, лось, северный олень, бобр, бурый медведь. В местонахождении нижнего слоя преобладают кости большого пещерного медведя, накопившиеся в результате их гибели во время зимней спячки более 10 000 лет назад.

На одной линии с Чаньвинской пещерой на расстоянии 150 м располагаются Дующая Пещера и Грот Пещерного Льва. Пещера Дующая располагается на левом берегу реки Чаньва, в 0,5 км к востоку, юго-востоку от устья реки Копижная. Весь пол пещеры усыпан мелкими известняковыми камнями, два грота соединены узким проходом. Грот Пещерного льва приурочен к карстовой полости шириной 18 м и длиной 9 м. Культурный слой в гроте впервые был выявлен в 1965 году тем же Е.П. Блинецовым. В ходе разведочных раскопок им были обнаружены плейстоценовые отложения с костями животных и залегающими вместе с ними каменными орудиями. Краеведом был собран следующий материал: кремневый нуклеус и кости плейстоценовых животных, среди которых особо выделяется довольно редкая находка – кости черепа (верхней челюсти и мозговой коробки) пещерного льва. Эта находка и дала название гроту.

Комплекс Чаньвинских пещер является сложным археологическим объектом, начало существования, которого относится к периоду палеолита, а в период средневековья и вплоть до XVIII в. пещера функционировала как культовый объект и жертвенное место древнемансийского населения. Описание пещер встречаем на региональных и общероссийских туристских сайтах.

Еще один необычный туристский объект Александровского района – глубоководные озера на месте выработанных известняковых карьеров. Наследие древнего Пермского моря – аргиллиты, известняки и доломиты Всеволодо-Вильвенского месторождения добывают в окрестностях поселка Карьер-Известняк и Ивакинский карьер с момента основания Березниковского содового завода, т.е. с 1883 г. по сей день. Возраст осадочных пород Александровского района самый разный – начиная с эры палеозоя (ордовик, силур, девон, пермь), вплоть до четвертичного периода кайнозойской эпохи. Из всего многообразия карбонатных пород значительным распространением на территории Пермской области пользуются известняки CaCO_3 , доломиты $(\text{CaMgCO}_3)_2$ и их смеси. Это плотные породы осадочного генезиса, раскра-

шенные в различные оттенки серого цвета, от почти белых до черных. Отличаются они не только по возрасту, цвету, но и по генезису: хемогенные породы – образовавшиеся путем выпадения углекислого кальция из морских и лагунных бассейнов, и органогенные – сформировавшиеся за счет обломков раковин живых организмов [4]. Гуляя по отвалам голубых озер, вы без труда найдете каменные пластины с оттисками флоры и фауны древнего Пермского моря. А сами озера-карьеры – Шавринский, Южно-Морозовский, Морозовский поражают необычайной бирюзовой водой, причиной яркого цвета является значительная глубина водоемов (до 70 м). Голубые озера сегодня – это круглогодичный полигон тренировок приезжих спортсменов-дайверов, и место пляжного отдыха для местных жителей.

Перечисленные природные объекты формируют малое туристское кольцо Александровского района. Оно охватывает достопримечательности в радиусе 8-10 км от центра Александровска и включает: г. Болбан (268 м), лог «Таежный», нишу «Оркестровая», грот «Носорог», грот «Царские ворота», пещеру «Ласточка», пещеру «Плешатик», пещеру «Погибель», скалу «Гребешок», пещеру «Двухэтажка», скалу «Петушок», грот «Балкон», камень Горелый (245 м), Урсинский палеолитический грот, Давыдовские пещеры, навесную скалу «Липовая» (273 м), грот «Малютка», нишу «Лобовая», хребет «Паленый» (230), Высоту 310, пещеру Студеновского, карстовые провалы, г. Волчья (323), грот «Олимпийский». Сотрудники Александровского Муниципального подростково-молодежного, военно-спортивного клуба «Олимп» и клуба «Кальцит» разработали цикл радиальных и кольцевых маршрутов к памятникам природы и активно знакомят с ними жителей района. Но данные природные достопримечательности редко попадают в поле зрения туристов из других территорий.

ООПТ Чаньвинские пещеры пользуются большей популярностью среди приезжих. Их посещают туристы-водники (рекламу туристского маршрута встречаем на сайте турфирм «Зеленый ветер», «Белый камень» и др.). Пещеры привлекают поклонников этнографического и приключенческого туризма, маршруты которых наполнены сюжетами мансийской мифологии и реконструкцией обрядов (аннотация маршрута на сайте «Социокультурного фонда Нанук»).

Историческое и культурное наследие территории связано с деятельностью князей Всеволожских – именно ими были заложены поселения Александровского (1805) и Всеволодо-Вильвенского железоделательных заводов (1811). История заводов, а также добычи каменного угля в окрестностях поселка Луньевка отражены в экспозициях Александровского краеведческого музея.

В конце XIX века заводы, пришедшие в упадок, приобрел промышленник С.Т. Морозов и произвел их реорганизацию – наладил производство метиловых спиртов. В начале XX века химический завод С.Т. Морозова посетил А.П. Чехов, в его присутствии в п. Всеволодо-Вильва была открыта первая школа. В 1915-16 гг. производством управлял выдающийся химик и ученый Б.Л. Збарский. В этот период во Всеволодо-Вильве гостил Б.Л. Пастернак. Время, проведенное на Урале, удивительным образом повлияло на судьбу поэта, здесь он совершил выбор между музыкой и литературой, а окрестности Всеволодо-Вильвы запомнились на долгие годы и спустя много лет ожили на страницах романа «Доктор Живаго» [1]. Поэтому экскурсантам из Перми, Губахи, Березников, Соликамска, а также жителям центральной России и иностранным гостям Александровский район известен как литературное место. Историко-литературный маршрут включает посещение поселка Всеволодо-Вильва, музея «Дом Пастернака», парка Саввы Морозова, керамической мастерской «Артель», в летнее время возможны выходы у Голубого озера и заезд к урочищу Ивака, а также экскурсия в Александровский краеведческий музей.

Таким образом, на территории Александровского района успешно развивается активный и природоведческий туризм, но его основным сегментом являются местные жители. Культурно-познавательный туризм, напротив, привлекает туристов из смежных территорий и других регионов. Также имеют место событийные и образовательные туры (на фестиваль керамики «Terra cotta на Вильве», на конференцию «Малые Пастернаковские чтения») и эпизодические туры этнографической тематики.

Для того чтобы туризм в Александровском районе развивался и формировал уникальный образ территории, включающий природную, этнографическую и литературную компоненты, необходимо создавать комплексные двух- и трехдневные маршруты, объединять

природные объекты малого туристского кольца Александровска, историко-культурные достопримечательности, а также комплекс отдаленных, но все-таки доступных Чаньвинских пещер. Необходимо подготовить новые туристские путеводители по району, провести рекламные туры для туроператоров края, продолжать традицию событийных мероприятий, на условиях государственно-частного партнерства искать лиц, заинтересованных в обустройстве средств размещения и питания. В этом случае, приток туристов на территорию будет иметь не эпизодический, а постоянный характер, а у района начнет формироваться образ туристского места.

Литература

1. Всеволодо-Вильва на перекрестке русской культуры: Книга очерков / Отв. ред. В.В.Абашев; Пермский общественный фонд культуры «Юрятин»; Пермский гос. ун-т. СПб.: «Маматов», 2008. – 304 с.
2. Зырянов А.И. Туристская география Пермского края: учеб. Пособие / А.И. Зырянов; Перм. ун-т. Пермь, 2005. – 28 с.
3. Косинцев П.А., Кадебская О.И. Пещеры Кизеловского карстового района (местонахождение фауны плейстоценовых млекопитающих) // Геологические памятники Пермского края: Энциклопедия/ Под общ. ред. И.И. Чайковского; Горный институт УрО РАН. – Пермь, 2009. – С.197-204.
4. Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края: энциклопедия. Гл. редактор А.И. Кудряшов. – Пермь, «Книжная площадь», 2006. – 465 с.

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ТУРИСТСКИХ МАРШРУТОВ В НЕОБОРУДОВАННЫЕ ДЛЯ ПОСЕЩЕНИЯ ПЕЩЕРЫ

С.Б. Мичурин

кафедра туризма, ПГНИУ

Практика проведения туристских маршрутов, аттрактивными объектами которых являются подземные ландшафты, показывает, что при современных, изменившихся за последнее время, мотивационной и организационной составляющих активного туризма более актуальными становятся вопросы, связанные с проведением, обеспечением и безопасностью туристских маршрутов. Наименее благоприятная ситуация сложилась именно с эксплуатацией для нужд активного туризма пещер, не оборудованных для посещения.

В качестве проблемных выступают, в частности, следующие факторы.

Несовершенство организации путешествий, подразумевающих посещение подземных ландшафтов. Это может выражаться, например, в увеличении численного состава посещающих пещеру групп без принятия дополнительных мер, направленных на ограничение воздействия объективных и субъективных факторов опасности; при повальной в коммерческом туризме экономии на непосредственном сопровождении туристов это способно привести к катастрофическим последствиям, поскольку систематически не принимается во внимание малоочевидный для неспециалиста факт, что даже на технически несложном участке подземного маршрута самый лучший инструктор не способен контролировать более пяти участников.

Не редки, так же, случаи недостаточного обеспечения туристов осветительными приборами и средствами защиты, либо перекладывание на них заботы об этом аспекте безопасности, что обычно усугубляется недостаточной их информированностью о специфике и микроклимате подземных ландшафтов. Кроме того, с целью сохранения коммерческой привлекательности предлагаемого тура, его организаторы часто сознательно не акцентируют внимания туристов на некоторых «технических» подробностях прохождения пещер – температуре значительно ниже комфортной, повышенной влажности и т.п. Закономерно, таким образом, что значительная часть пользователей данного туристского продукта, ориентируется, в основном, на информацию недостаточно компетентных источников. Заметим при этом, что на большинстве фото, демонстрируемых в сети, сложность маршрута и степень обо-

рудованности пещер оценить достаточно сложно, а технические описания спелеомаршрутов для массового туриста малоинтересны. В результате, значительное количество туристов попадает в пещеру в практически повседневной одежде и обуви, без касок и выходит на поверхность с одним действующим фонариком на троих.

Непроработанность тактики и техники проведения подземных путешествий. Спектр тактических и технических ошибок, допускаемых в современном массовом (особенно – в коммерческом) спелеотуризме на необорудованных объектах весьма широк. Ненормальные соотношения численности участников и сопровождающих, передача личного штурмового снаряжения между участниками при прохождении высотных участков пещер, тактически неверное построение группы во время прохождения, отсутствующая или недостаточно надёжная (как в тактическом, так и в техническом отношении) страховка на сложных участках, незнание или игнорирование руководителями алгоритмов расхождения и взаимодействия групп в пещере, неверная установка и нарушение контрольных сроков прохождения, отсутствие контроля сроков прохождения с поверхности, использование ненадёжных опор и несовместимых со спецификой конкретных участков маршрута технических приёмов – далеко не полный перечень регулярно наблюдаемых на необорудованных подземных маршрутах нарушений, отрицательно сказывающихся на безопасности туристских групп. При этом очевидно, что наиболее распространённые ошибки в технике и тактике типичны и повторяемы, а значит при более грамотной организации и квалифицированном проведении маршрутов возможна эффективная профилактика таких ошибок, снижающая вероятность возникновения нештатных ситуаций на маршруте на 15-30 % (в зависимости от сложности и специфики конкретного маршрута).

Недостаточное кадровое обеспечение спелеомаршрутов. По данным ПКДЦ «Восхождение» к 2005 г. на территории Пермского края обучены, сертифицированы и подтвердили сертификацию туристов-инструкторов менее 90 чел. Это в то время как в различных структурах, от туристических фирм до школьных клубов, секций и кружков, их насчитывается не одна сотня. Таким образом, в большинстве случаев на не оборудованных для посещения подземных маршрутах с туристами работают лица, не имеющие серьёзного туристского опыта, специфической тактико-технической подготовки.

Кроме того, обучение на базе региональных центров туризма (созданных путём преобразования ранее существовавших станций юных туристов) направлено в основном на подготовку кадров для детского туризма, сочетающего социальное, краеведческое и, в меньшей степени, низкокатегорийное спортивное направления. Для массового, ориентированного на различные возрастные и социальные группы, организованного в соответствии с другими целями туризма квалификация этих кадров приемлема далеко не всегда.

Отсутствие контроля за безопасностью подземных путешествий.

В связи с изложенным выше, представляется очевидной необходимость оптимизации спелеотуризма в ландшафтах, не оборудованных для посещения.

Оптимизация эта возможна лишь в случае комплексного решения возникающих проблем, решения как со стороны территории (лиц и организаций, отвечающих за её эксплуатацию), так и со стороны структур, производящих и предоставляющих туристские услуги, а для самостоятельного туризма – со стороны туристов и, в особенности организаторов и руководителей маршрутов.

В данной статье не ставится задача увязывания туристской эксплуатации территорий и аттрактивных объектов природной среды с экологической устойчивостью ландшафтов, но нельзя забывать, что бесконтрольное массовое использование способно привести к их деградации, и как раз ландшафты пещер в этом аспекте, в силу своей специфики, наиболее уязвимы.

В плане организации и проведения туристских маршрутов, подразумевающих эксплуатацию не оборудованных для посещения пещер целесообразно рекомендовать следующие направления оптимизации.

Во-первых, рассмотрим меры организационной безопасности со стороны туристской группы, либо организации, формирующей (реализующей) туристский продукт.

- Наличие у каждой туристской группы выпускающей организации (помимо ПСС), либо лица, имеющего копию маршрутной документации.
 - Разработка для каждого туристского маршрута минимального комплекта маршрутной документации – сообщение о маршруте в ПСС, временная и пространственная разбивка маршрута, схема подземной части маршрута и тактическая схема её прохождения, контрольные сроки и резервные сроки (начало и окончание маршрута, время захода группы в пещеру и время выхода из неё), при невозможности связи с группой в произвольное время – график и журнал связи, контактные данные участников группы и инструкторов.
 - Регулирование численности группы и численных соотношений в ней при разовом посещении пещеры: численность группы при разовом посещении не должна составлять больше двенадцати человек (десять участников и два инструктора), инструкторы должны работать по двое при каждом посещении пещеры – вне зависимости от численности остальных участников.
 - Для групп, участники которых не имеют опыта посещения необорудованных пещер не должно существовать пространственной инвариантности прохождения подземной части маршрута – траектория и техника преодоления препятствий, либо потенциально опасных участков одинакова для всех участников и отражена в маршрутной документации; при необходимости должно выполняться временное маркирование и (или) провешивание маршрута.
 - Контрольные сроки должны устанавливаться исходя из сложности и пространственной протяжённости подземной части маршрута, а так же с учётом ведущей мотивации группы.
 - Установка временных ограничений посещения. Для неподготовленных туристов время посещения не должно превышать 3-3,5 часов. Инструктор не должен работать под землёй более 6 часов в сутки. При использовании подземных базовых лагерей время работы для всех участников (включая инструкторов) должно быть равно времени отдыха, работать без отдыха дольше 4,5-5 часов не рекомендуется.
 - Минимальное кадровое обеспечение группы при посещении пещеры. Из двух инструкторов как минимум один должен хорошо знать пещеру (часть пещеры), по которой проложен маршрут, и иметь опыт на 1 категорию сложности выше обслуживаемого маршрута, для второго достаточно опыта спелеомаршрутов аналогичной сложности и подготовки к прохождению по описаниям и картосхемам. Во время посещения пещеры на поверхности должен оставаться как минимум один человек со средствами внешней связи, имеющий опыт взаимодействия с ПСС и следящий за выполнением контрольных сроков посещения.
 - Минимальное материальное обеспечение туристов при посещении пещеры. Для неподготовленных туристов – предоставление каски, перчаток, комбинезона, основного и запасного источников света **на каждого участника**, запасного источника света на группу, минимум, трёх комплектов элементов питания к источникам света, используемых участниками, укладки первой помощи. Для участников, имеющих опыт посещения пещер, – проверка основных и запасных источников света и элементов питания к ним, наличие запасного источника света (минимум один на группу) и укладки первой помощи.
 - Тактические ограничения. Недопущение неподготовленных туристов к прохождению участков маршрута без внешней страховки. Исключение из маршрута участков пещеры, недоступных при данном уровне подготовки туристов или недостатке снаряжения.
- Направления оптимизации безопасности спелеотуризма со стороны территории, вмещающей аттрактивные объекты могут быть следующие.
- Учёт и мониторинг подземных туристски-аттрактивных объектов. Оборудование наиболее популярных для посещения пещер журналами учёта посещений с возможностью заполнения самими туристами.
 - Оборудование наиболее популярных для посещения пещер аварийными комплектами, способными обеспечить в случае возникновения наиболее часто встречающихся нестандартных ситуаций – потери ориентировки, неисправности источников света или их элементов питания самостоятельный выход туристов из пещеры, либо их выживание до прибытия помощи извне, размещение информации о наличии и местонахождении аварийных комплектов непосредственно у входа в пещеру.

- Образование на уровне органов местного самоуправления структур (лиц, должностей), ответственных за безопасность на туристски-аттрактивных объектах. Перечень объектов, функции и параметры ответственности данных структур ещё предстоит обосновать для каждой конкретной территории, при этом ни перечень зарегистрированных ООПТ, ни должностные инструкции специалистов по экологии и природопользованию не могут в данном случае служить основой для данных документов, речь идёт о принципиально иных подходах, функциональных обязанностях и, часто, объектах.

- В целях более быстрого и эффективного разрешения локальных чрезвычайных ситуаций на туристских маршрутах – образование на территориях с регулярной эксплуатацией туристски-аттрактивных объектов общественных (туристских) организаций с функцией контрольно-спасательной службы. Известно, что при ликвидации последствий наиболее трагических происшествий на туристских маршрутах наиболее эффективна работа спасателей, имеющих достаточный туристский опыт. Так, зимой 2009 года, после попадания группы туристов под завал в пещере Российская, спасательные работы под землёй проводились силами туристов Пермского клуба спелеологов и спелеотуристами из г. Губаха, попытки же работы под землёй сотрудников противопожарной службы МЧС г. Губахи ощутимых результатов не принесли, несмотря на географическую близость службы к месту происшествия. Опыт других видов активного туризма, в частности, водного, так же подтверждает эффективность поддержки, контроля и спасения туристов туристами же.

- Для обеспечения возможности экстренной связи (обращение в ПСС, КСС, выпускающую организацию) непосредственно с посещаемого объекта (например, от входа в пещеру) целесообразно формирование сети аварийных терминалов связи, приуроченным именно к туристски-привлекательным объектам, большинство которых находятся на периферии зон сотовой связи или вне их.

- Специализированная подготовка сотрудников (включая оперативных дежурных) постоянно действующих аварийно-спасательных служб для работы на туристских маршрутах (в том числе – в пещерах), в том числе, в условиях автономии, их соответствующее техническое (современное, достаточное и регулярно обновляемое) оснащение. Например, гибель спасателя на р. Вильва в мае 2009 г. последовала в результате использования не соответствующего выполняемой задаче снаряжения, тактического просчёта команды, её выполнявшей, и, возможно технической ошибки.

- Кроме того, немаловажен вопрос финансирования добровольных обеспечивающих безопасность активного туризма на территории организаций (ставки руководителей, подготовка и оснащение участников, проведение тренировок, транспорт), а так же поощрение сотрудников постоянно действующих аварийно-спасательных служб за участие в проведении поисковых и аварийно-спасательных работ в природной среде.

МУЗЕЙ КАРСТА И СПЕЛЕОЛОГИИ ГОРНОГО ИНСТИТУТА УРО РАН. СТРУКТУРА МУЗЕЯ, ОБЗОР ФОНДОВ. ФОНД В.С. ЛУКИНА

О.И. Осетрова

Кунгурская лаборатория-стационар ГИ УрО РАН. Кунгур.

Музей карста и спелеологии находится возле Кунгурской Ледяной пещеры, где уже более 65 лет работает Кунгурская лаборатория Горного института УрО РАН.

В 2004 г была разработана тематическая структура экспозиции музея и начата работа по его организации. Первым руководителем музея стал Д.В. Наумкин, который оформил большинство витрин.

Основу музея положила коллекция минералов, подаренная бывшим сотрудником Л.И. Крапивиним, – около 500 минералов и фотографий. В дальнейшем сотрудники лаборатории привозили из командировок и экспедиций минералы, книги, буклеты по изучению пещер мира. Фонды музея насчитывают более 3 тысяч минералов, предметов и документов.

Экскурсии проводятся по темам: «Что такое карст?», «История Кунгурской Ледяной пещеры и её научного изучения», «Пещеры мира», лекции по геологической тематике.

Со школьниками проводятся уроки на тему «Животный мир пещер», «Окаменелые сокровища Пермского края». Экскурсии сопровождаются показом научно-популярных фильмов, а также геологических викторин.



Рис. 1. Витрины музея карста и спелеологии ГИ УрО РАН

При входе в музей туристов встречает выставка, посвященная истории Кунгурской лаборатории-станции. Здесь выложены предметы, связанные с Кунгурской пещерой: билеты, буклеты, книги отзывов о пещере, популярный в 80-е гг. фотоальбом – самое лучшее фотоиздание о пещере; приборы, которыми пользовались ученые, – теодолит, планиметр, фотоаппараты, медаль Дорофеева. Фотовыставка показывает историю работы сотрудников в пещерах и шахтах.

Основной метод построения экспозиций – тематический: «Что такое карст?», «Распространение карста», «Условия возникновения карста», «Карстующиеся породы и полезные ископаемые карстовых районов». Для раскрытия этих тем использовались картографические и полиграфические материалы, натурные образцы пород (гипс, известняк, соль), научная литература. Одним из центральных экспонатов является объемный макет «Гидродинамическая зональность карстового массива», выполненный по рисунку Г.А. Максимовича.

Отдельная витрина из 33 образцов характеризует осадочные породы из разных районов России и других стран. Наиболее удачно оформлена витрина, посвященная минералам карбонатных пещер, отличающимся разнообразием кристаллов - пещерный «жемчуг», карбонатные сталактиты - «брчки», кальцитовые кристаллы; объемный макет со сталагмитами сопровождается красочными иллюстрациями пещер. В другой экспозиции представлены минералы гипсовых пещер Украины, Италии, Польши, России (Самарская и Архангельская области). Дополняет впечатление о вторичных минералах пещер большой сталактит, образовавшийся в подвале под чашей бассейна в Шадейской школе.

Отдельной темой выделены карст и пещеры Пермского края и Кунгурского района. Большой популярностью среди туристов пользуется замечательный макет об использовании человеком пещер в первобытное время.

Центральный раздел посвящен Кунгурской Ледяной пещере и первому экскурсоводу пещеры – А.Т. Хлебникову. Имеется раздел, посвященный исследователям карста на Урале: Г.А. Максимовичу, К.А. Горбуновой, И.А. Печеркину и др.

Фонд минералов и пород составляет около 2000 единиц хранения. На геологической выставке минералы систематизированы по химическому принципу: сульфаты, карбонаты, суль-

фиды и т.д. В геологической выставке посетителей больше всего поражает разнообразие и многоцветье сульфатов: красно-розовый гипс из Татарстана, голубой ангидрит из Кунгурского района, цветные гипсовые «розы» с Гайского месторождения (Оренбургская обл.), прозрачное «марьино стекло» из пещеры Найка (Мексика), где найдены самые большие кристаллы гипса в мире – до 12 м длиной.



Рис. 2. Витрина с сульфатами (слева), кости мамонта (в центре), кабинет В.С. Лукина (справа)

Среди наиболее редких минералов на выставке представлены щетки уваровита (Сарановское хромитовое месторождение, Горнозаводской район), пиритизированные раковины аммонитов, ставролит, карбонатные «розы» (Дальнегорское месторождение полиметаллических руд, Дальний Восток). Велико разнообразие агатов, уральской яшмы, кварца, разноцветных солей (Верхнекамское месторождение, Пермский край). Имеется яшма и кварц из Антарктиды.

На выставке выделен отдел, посвященный палеонтологии. Фауна Пермского края представлена чикалинскими мшанками, губахинскими аммонитами, большими раковинами с камня Ермак. Коллекция древней фауны Северного Урала, из республики Коми, содержит колониальные кораллы, белемниты, образцы, с древними наутилоидеями, брюхоногими моллюсками. Сотрудники нашей лаборатории принимали участие в палеонтологических экспедициях, в результате которых была собрана коллекция древних растений пермского возраста (местонахождения Чекарда, Мазуевка, Ключики, Пермский край). Завершают раздел палеонтологии кости пещерного медведя и мамонта, найденные на территории Пермского края.

Вячеславу Семеновичу Лукину и работе стационара посвящена постоянная экспозиция, с 70-х годов сохранились стол, шкаф, картотека научной литературы, телефон и различные документы. В экспозиции также представлены личные вещи В.С. Лукина, например, большой желтый портфель, с которым Лукин не расставался. Архивный фонд В.С. Лукина Кунгурской лаборатории содержит фотографии, тексты выступлений, его переписки, материалов по Кунгурскому стационару. Научные статьи В.С. Лукина хранятся в библиотеке Кунгурской лаборатории. Сохранился выпуск газеты «Искра» 1994 г. со статьей «Благодаря ему город стал многоэтажным», посвященной награждению В.С. Лукина и присвоению ему звания почетного гражданина г. Кунгура.



Рис. 3. Фото В.С. Лукин – студент СГУ. 1930-е гг.

Интересным документом является черновик автобиографии В.С. Лукина, написанный им в 1990-х гг. В этот период В.С. Лукин пытался найти своих польско-финских родственников и восстановить родословную. В автобиографии указано, что мать В.С. Лукина Апполинурия родилась в семье польского врача Феликса Хачинского и финки Вильгельмины Иоганновны. Прадедом В.С. Лукина был шведский агроном и зоотехник Иоганн Венсберг. Когда жена Иоганна умерла от тифа, он, не перенеся несчастья, скоропостижно скончался, а дети остались сиротами и были отданы под опеку.

Под номером 6/49 хранится персональная карточка В.С. Лукина, заполненная лично для Кунгурского краеведческого музея. В архиве находится черновик статьи И.А. Лаврова «Вячеславу Семёновичу Лукину - 80 лет», где впервые

подробно была описана биография Вячеслава Семеновича (док. 6/45). И.А. Лавров в своих воспоминаниях впервые систематизировал работы и провел анализ научной деятельности В.С. Лукина.

Неизвестный период жизни, связанный с войной, открывает нам черновик статьи «Рассказы о жизни», который был написан в 90-х годах. Воспоминания отрывочны, но в них есть подтверждение участия В.С. Лукина в строительстве оборонительных сооружений и железной дороги Сталинград-Саратов. Он описывает, как попадал под бомбежки, бродил по болотам, лежал в госпитале. Видимо, это был набросок для будущей книги воспоминаний, которую так и не удалось написать.

Научная работа началась в Кунгурском стационаре с 1953 г., когда директором был назначен Д.В. Рыжиков. В начале 50-х сложился коллектив ученых - В.С. Лукин, А.В. Турышев, А.Д. Бураков, позднее - Е.П. Дорофеев, Ю.А. Ежов. Главной задачей было изучение карста на Уфимском плато. На основе работы Д.В. Рыжикова в районе Североуральских бокситовых рудников осуществлено строительство железобетонных лотков на карстовых реках, защитивших горные выработки от обводнения, что принесло многомиллионный экономический эффект. Этот период работы мы можем восстановить по сохранившейся в архиве статье В.С. Лукина и Ю.А. Ежова «Дмитрий Васильевич Рыжиков – организатор и первый директор Кунгурского стационара УФАН».



Рис. 4. Фото Д.В. Рыжикова. 1950-е гг.

Для современных экскурсоводов представляет интерес Док. 6/6 Текст экскурсии по Ледяной пещере, написанный для экскурсоводов в 50-е годы прошлого столетия. Вводную беседу



Рис. 5. Фото Грота Вышка в 1970-е гг.

раньше экскурсоводы проводили перед входом в пещеру или в помещении турбазы. Туристам сначала показывали план пещеры, объясняли процесс образования пещеры, воронок на поверхности, особенности Кунгурской пещеры и её отличие от других пещер, объясняли процесс циркуляции воздуха в пещере, образование льда и кристаллов. Текст экскурсии был рассчитан на широкую публику, написан простым доступным языком, но в то же время, содержал научные термины. Маршрут проходил до грота Дружбы Народов, а возвращались обратно через гроты Колизей, Смелых и Западный. В док. 11/12 сохранилась рукопись сценария

фильма о Кунгурской пещере «Подземелье нашей планеты», написанная В.С. Лукиным в 1956 году.

Отчет о научно-исследовательской деятельности УФАН СССР за 1969 г. (док. 6/24) открывает нам период, когда стационар приступил к работе над темой «Карстовые области западного склона Урала и Преуралья». Проводилось изучение гидрогеологии Юрюзано-Сылвенской депрессии, Соликамской депрессии, карста Пермской области и Башкирской АССР.

Рецензия (док. 6/24) главного геолога Пермпроект Н.Х. Логинова на кандидатскую работу В.С. Лукина «Карст и провальные явления в Пермском Предуралье» частично объясняет, почему В.С. Лукин не защитил диссертацию. Н.Х. Логинов считал, что в работе отсутствует математический расчет устойчивости карстовых полостей, анализ методики изыскательских работ при строительстве, сведения о химическом составе карстующихся пород Кунгура. Не-

смотря на ряд замечаний, диссертация была оценена положительно и при определенной доработке «может стать руководящим материалом по вопросам инженерной геологии закарстованных территорий».



Рис. 6. Фото сотрудников стационара на субботнике 1990-е гг.

Лукиным написано много работ о Кунгурской пещере. Некоторые статьи, а именно «Открытия в Кунгурской пещере», «Проходка тоннеля в Кунгурской пещере», «Горные породы и полезные ископаемые нашего края», «Откуда произошло название нашего города?», «Талая и «коренная вода» в период весеннего половодья», «Ондатра в парке» публиковались в газетах.

О широте интересов Лукина и его активной общественной работе говорят многие документы из архива, среди них черновик приветственного слова в честь приезда патриарха, приглашительные билеты на различные совещания и др. Инте-

ресно отношение В.С. Лукина к церкви. В приветственном слове патриарху Алексию в 1997 г., он сказал, что «не подземные обвалы, а социальные бури разрушили наши святыни, наши лучшие храмы», однако «город остался опорным пунктом православия... Сохранили мы, правда, не без потерь, и замечательную природу Кунгурской лесостепи».

Переписка В.С. Лукина хранится в отдельной папке и включает 82 документа. В основном это переписка производственного и личного характера, разные приглашения и поздравления за 1970-1997 гг. Письма сотрудника Коми-филиала ВНИИГаз Г.П. Лысенина из Ухты (21 письмо), научного сотрудника Пинежского заповедника Е.В. Шавриной, переписка с будущим заведующим Кунгурским стационаром В.Н. Андрейчуком, которого В.С. Лукин пригласил на должность директора в 1985 г.

Письма дополняют очень красивые фотографии природы, сделанные Е.П. Дорофеевым: Байдарашки, Подкаменная гора, Зуята. 13 фотографий сделаны во время наводнения 1965 г. Игорь Лавров писал в воспоминаниях о Вячеславе Семеновиче: «Лукин является примером для нас, общение с ним – источник жизненной силы, творческого вдохновения и профессиональных знаний».

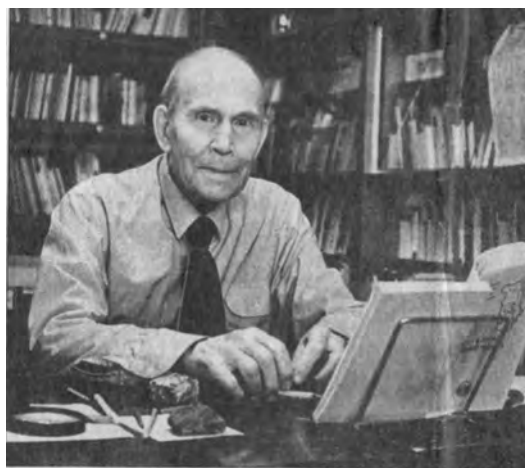


Рис. 7. Фото В.С. Лукина в 1994 г.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В ЭКСКУРСИЯХ ПО ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ

М.М. Степина

ООО «Сталагмит-Экскурс», 617470, Пермский край, с. Филипповка, Кунгурская Ледяная пещера

Аристотель сказал: «Известное известно немногим». Причём одним из всего известного известно что-то, другим – другое, третьим – третье. Потому что досконально люди знают обычно лишь то немногое, чем они занимается специально. А остальным, включая большинство немногих, оно если и известно, то в некой общепринятой, обкатанной искажённой форме. Исходя из формулы: «Каждый знает то, чего не знаю я, поэтому мне с ним интересно!» и должны сегодня применяться в современной познавательной экскурсии по Кунгурской Ледя-

ной пещере геологические и карстологические подтемы. В туристическом пространстве России Кунгурская пещера имеет исключительное значение [7]. Внутренние особенности объекта - многолетние и сезонные льды, подземные озера, объёмные гроты, исторический и легендарный материал, накопленный за более чем 300-летнее использование пещеры – всё это привлекает в подземный мир по-прежнему тысячи человек. Но актуальным остаётся вопрос: как научно и в то же время доступно рассказать о сложных связях и явлениях, происходящих не только в далёком прошлом, но динамически развивающихся сегодня в пещерном пространстве? Как увлечь геологической тайной рождения подземного мира школьников, чтобы сохранить желание познавать мир не только через экран компьютера, но и в живом общении с природой!? На помощь экскурсоводу приходят не только книги и аналитические материалы, но и знания современного общеобразовательного процесса. В XXI веке, по мнению социологов, завершается индустриальная, техногенная цивилизация. Формируется информационное общество как предвестник ноосферной цивилизации. Также завершается виток цикла «материальное-духовное». Формируется духовно-ориентированная цивилизация. И теперь нужно выстраивать понимание важности основ геологических знаний для посетителей пещеры в новой парадигме. Духовно чуткое, тонкое ощущение природы присуще посетителям пещеры, я помню слова одного туриста: «Природа пещеры божественна, и просветленный человек глубоко чувствует ее связь с творцом и ее с Ним диалог. Отношение к природе часть человеческой психики». Прекрасна возможность для современного человека уединиться в пещере, пусть даже на 2 часа, чтобы душа соприкоснулась с тишиной. Сейчас и в будущем пещера выступает как ценность культуры, как символ красоты и гармонии, как храм природы. Общение с миром пещеры позволяет человеку излечиться от болезней цивилизации, почувствовать душевный покой и единство с природой – эти высшие человеческие качества. Сложная архитектура подземного пространства, удивительно гармоничные перспективы, мелодии форм приятны для чувств и ума человека, дают ему радость понимания смысла жизни. К.Д. Ушинский отмечал, что красивый ландшафт имеет большое влияние на развитие молодой души, чем педагог. «Природа – древний храм, где строй живых колонн обрывки смутных фраз роняет временами. Мы входим в этот храм в смятении, а за нами лес символов немых следит со всех сторон» [1]. На сегодняшний день одной из важнейших проблем в пещере, без сомнения, являются экологические изменения. Пропаганда природоохранных идей приобретает практическое значение. Неуклонно возрастает роль экологического воспитания как основы формирования в обществе экологической культуры. Экскурсоводу нужно понимать, что, как в любой области естественных представлений, сегодня нужно более полно отразить картину взаимодействия человека и природы, объединить усилия с образовательными учреждениями, привлечь школьников для участия в комплексных экскурсиях по карстовым территориям, Ледяной горе, Спасской горе. Разгадывая тайны природы, наука проникает в глубины микромира. А что может в сознании человека изменить экскурсия по пещере? Какой механизм микромира человека она откроет, и будет ли способствовать осознанию общей картины мира? Какие струны к познанию палеонтологии, геологии она сможет затронуть? И самое главное, как экскурсоводу научно объяснить и заинтересовать школьников предметом геологии, которая не изучается в школе? Современная экскурсия по пещере знакомит с общими и известными основами геологических знаний, с геологическими процессами и их экологическими следствиями, что, безусловно, в дальнейшем будет способствовать осознанию необходимости осторожного отношения к геологической среде. Прогноз и учёт возможных последствий при дальнейшем использовании объекта заставит к тому же по-новому относиться к проблемам охраны пещеры и посетителей, и самих сотрудников пещеры. Охранников – не открывать входные двери без необходимости, не держать их распахнутыми настежь по 2-3 минуты, пока не подойдут опоздавшие туристы, горную службу – соблюдать обязательный режим проветривания. Экскурсоводов – находить психологический контакт с туристами, чтобы не менторски, а ярко, образно, призвать к нужному поведению. И я, начиная экскурсию, часто во время организационного вступления напоминаю сюжет из Р. Бредбери, как изменился мир, когда человек наступил на бабочку. К тому же в высокие сезоны, когда группы формируются по 40 человек, назначаю старших по дисциплине и прошу помогать мне вести экскурсию. Для более насыщенных и об-

разных сравнений применяю приём реконструкции, в рассказе о возрасте горных пород использую тексты В.П. Ожгибесова из книги «Пермский период»: «Над пустынным краем вставало солнце. Солнце осветило безбрежную равнину, расстилавшуюся на месте современной европейской России. Этот день можно было бы назвать одним из последних дней палеозойской эры, эры древней жизни, длившейся более трёхсот пятидесяти миллионов лет» [6]. Яркие научно-популярные образы для тестов экскурсий использую из книг Н.А. Ясаманова [8], С.В. Наугольных [5], В.Н. Дублянского [2;3].

Туристы-школьники найдут на экскурсиях по Ледяной пещере те первоисточники, от которых отталкивается весь процесс познания. Пещеры представляют собой элементы неживой природы, специфический подземный ландшафт, который существовал задолго до человека и имеет право на существование в настоящем как компонент ландшафтной оболочки планеты.

Литература

1. Бодлер Ш. Избранное. – М.: Молодая гвардия, 1987. – 357 с.
2. Дублянский В.Н., Кадебская О.И. 300 лет исследований Кунгурской Ледяной пещеры // Кунгурская Ледяная пещера: 300 лет научной и туристической деятельности. – Кунгур, 2003. – С. 12-40.
3. Дублянский В.Н., Кадебская О.И. По Кунгурской Ледяной пещере. – Пермь: АО «Пермтурист», 2004. – 134 с.
4. Кадебская О.И. Изменение микроклимата и загрязнение карстовых вод в Кунгурской Ледяной пещере // Проблемы комплексного мониторинга на месторождениях полезных ископаемых. – Пермь, 2002. – С. 219-222.
5. Наугольных С.В. Занимательная палеонтология. – М.: Просвещение, 2002. – 214 с.
6. Ожгибесов В.П., Терещенко И.И., Наугольных С.В. Пермский период: органический мир на закате палеозоя. – Пермь: НП «Пермский период», 2009. – 107 с.
7. Худеньких Ю.А. Пермский туризм. – Пермь: ПГУ, 2006. – 191 с.
8. Ясаманов Н.А. Современная геология. – М.: Недра, 1987. – 191 с.

КУНГУРСКАЯ ЛЕДЯНАЯ ПЕЩЕРА В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В.П. Привалова

ООО «Сталагмит-Экскурс», 617470, Пермский край, с. Филипповка, Кунгурская Ледяная пещера

Пещеры – темные коридоры, ведущие в таинственные глубины земли... Интерес к ним проявляют и ученые, и спортсмены-спелеологи, и писатели. В мировой литературе пещеры встречаются не так уж редко. Достаточно вспомнить «Сезам, открой твою дверь!» из старой арабской сказки или подземные лабиринты, в которых путешествуют герои Дж. Толкиена и Марка Твена.

А что же Ледяная пещера? Неужели не вдохновляла мастеров слова, не будила буйной фантазии и писательского воображения? Не могли мимо нее пройти разные авторы в XX и XXI веке.

Известный русский писатель Евгений Федоров по долгу службы в 20-е годы прошлого века изъездил весь Урал и был зачарован образом Ермака. Память о казачьем атамане жива, облик его не тускнеет, сердечен и любим народом. Здесь, на Урале, куда не повернешь многое связано с его именем: Ермаков камень, Ермаковы хутора, Ермаково городище, речка Ермаковка, Ермакова заводь, Ермакова пещера. Плодом путешествий по Уралу стал исторический роман «Ермак» [3]. Читатель становится свидетелем событий, хотя от тех дней покорения Сибири прошло уже более четырех веков. Здесь на пустынных тогда еще, безмолвных берегах Сылвы струги Ермака остановились. На высоком берегу реки казаки решили: «будем ставить городок!» Основой такого сюжетного поворота послужила старинная легенда о зимовке казачьей дружины на Ледяной горе над пещерой.

В еще более древние времена погружает читателей роман Алексея Иванова «Чердынь – княгиня гор» [1]. Настолько древние, что жив еще огромный лохматый пещерный мамонт.

Прикамье – край света, страна великанов, тысячерекая, синелесая, камнегорная земля. Таким загадочным, страшно-сказочным царством предстает этот край в романе. Люди, звери, природа, боги этих мест – все закручено с невероятной силой в котле с названием «Парма». Язычество со всей чудовищной грубой реальностью обрушивается на воображение читателя. В яркой, красочной мозаике огромного количества образов, персонажей, событий могучий мамонт совершенно органичен. Да и зверь ли он, коли может человеком обернуться? Тайна эта так и остается неразгаданной.

Зимняя полночь пещеры окружает персонажей романа, когда они перешагнули границу подземелья. «Красота неизмеримая, но не для человека. Дворцы и хоромы изо льда, ледяные леса, образы птички, звериные и человечьи из камня, валуны поющие, колодцы в потолке, бездонные озера с невидимой водой... Это все Мамонта жилище, людям туда ход заказан...».

Две наиболее известные легенды Ледяной пещеры цветисто вплетены в повествование «Чердыни» – одного из самых заметных произведений отечественной литературы последнего двадцатилетия.

В центре детективной истории, созданной Леонидом Юзефовичем (роман «Князь ветра» [4]) – начальник сыскальной полиции Иван Дмитриевич Путилин, распутывающий весьма загадочное убийство. В своей квартире застрелен знаменитый писатель Каменский. Нити этого петербургского дела уходят в город Урга, столицу Халха-Монголии. Урга раскинулась в долине реки Толы, на другом берегу которой вздымаются кряжи священной горы Богдо-ул.

История, религия и этнография монголов является предметом изучения героев этой истории. Как заклинания звучат названия буддийских монастырей (Эрдани-Дзу), имен монгольских князей (Баабар), ведущих свой род еще с XVI века. Автор причудливо переплетает реалии буддийских обрядов, деятельность тайных обществ, жизнь Петербурга XIX века, создавая пестрый узор сюжета. Но какое отношение все это имеет к Кунгурской пещере? Да самое прямое. Ведь именно здесь спрятаны драгоценные буддийские реликвии. «Четвертый или пятый Богдо-гэген послал их Екатерине Великой. Но на подъезде к Кунгуру как будто из-под земли появились люди с раскосыми глазами, в малахях. Они напали на послов, ограбили их, добычу зарыли где-то в пещере, да так за ней и не вернулись». Вполне правдоподобно. Ведь где и хранить награбленные сокровища, как не в подземных лабиринтах.

А молодой автор Дмитрий Скирюк рассказал фантастическую историю, возможно, навеянную сериалом о Малдере и Скалли. Пещеру облюбовали пришельцы. Они-то и установили криогенератор, который вырабатывает холод. В повести «Парк пермского периода» - пещера как она есть, туристический объект. Ее посещают, в ней выпивают и закусывают. Даже имя экскурсовода приведено из реальности. Названия гротов соответствуют их описаниям. Но надо быть осторожнее – здесь можно заблудиться, исчезнуть надолго, уйти так далеко, что обратную дорогу не найти [2].

Итак, писатели сформулировали некий образ пещеры. Каждый в силу своего дарования и творческих задач. Как место действия или фон для событий, она еще, вероятно, появится в будущих литературных творениях. Только за последние 5-8 лет здесь побывали известные и активно пишущие Александра Маринина, Валерий Курбатов, Виктория Токарева, Лариса Васильева, Мария Арбатова и другие. Как известно у каждого писателя есть своя «копилочка», записная книжка, где фиксируются впечатления, зарисовки, мысли. Скорее всего, пещера своей загадочной и мощной энергетикой еще не раз проявится на страницах книг. Пытливый взгляд писателя останавливается в каких-то определенных местах подземного пейзажа, чуткое ухо улавливает фрагменты экскурсий, которые после переосмысления и творческой переработки преобразовываются в художественные образы. И вот вам свежий, по-новому окрашенный материал для экскурсий. Процесс взаимообразный и взаимообогащающий.

Литература

1. Иванов А.В. Чердынь – княгиня гор: Роман. – Пермь, 2003.
2. Скирюк Д. Королевский гамбит: Повести, рассказы. – СПб, 2006.
3. Федоров Е.А. Ермак: Исторический роман. – Барнаул, 1986.
4. Юзефович Л. Князь ветра // Дружба народов. 2000. № 1,2.

ЭККУРСОВОД – ПРОФЕССИЯ ИЛИ ИСКУССТВО?

Е.С. Феденева

ООО «Сталагмит-Экскурс», 617470, Пермский край, с. Филипповка, Кунгурская Ледяная пещера

100-летний юбилей экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере, как и многие знаменательные события, вызовет в сердцах туристов и простых обывателей восторг, связанный с красотами всемирно известного памятника природы. Ледяная пещера, словно рукой искусного мастера, сотканная из льда и камня, явно заслуживает того, чтобы на протяжении 100 лет интерес посетить это чудо не только не иссякал, но все больше и больше, словно огромный магнит, притягивал экскурсантов и их завороченные взоры. Пещера, как увесистый сборник рассказов, хранит в себе множество тайн, легенд и преданий, но туристов она встречает холодным молчанием и лишь изредка открывает завесу многолетней истории хранящую в себе. Кто поможет разобраться в этой прекрасной загадке, кто поможет, не заблудится в подземном лабиринте, кто подскажет, на что обратить особое внимание и, наконец, кто расскажет о неповторимом природном творении, конечно же, экскурсовод!

Специалист, дающий пояснения экскурсантам – так описано значение слова экскурсовод в толковом словаре С.И. Ожегова. Т.Ф. Ефремова в толковом словаре русского языка дает более развернутую характеристику: «тот, кто руководит экскурсией, показывает экскурсантам выставленные для обозрения экспонаты или ведет их по достопримечательным местам, сопровождая показ необходимыми пояснениями» [1]. Но что, в действительности кроется за скромным словом «экскурсовод» и каждый ли желающий может овладеть этой, на первый взгляд, доступной профессией.

Мастером своего дела, может называться тот, кто полуторачасовую экскурсию по мрачной и холодной пещере, превращает в незабываемые мгновения путешествия по подземному царству. Экскурсовод – Мастер, высшая степень профессионализма, позволяющая оставить после экскурсии неизгладимый след в душе каждого туриста, но мастерами, ведь не рождаются. Становление в профессии экскурсовода, происходит постепенно, и не так быстро. Готовность к работе определяется уровнем навыков и умений, сюда бесспорно включены как глубокие знания по теме экскурсии, так и знания методики проведения экскурсии, такие качества человека, как: коммуникабельность, умение быть лидером, отсутствие дефектов речи, опрятность, доброжелательность, а самое главное – искренняя любовь к своему делу. Достоинства, которыми должен обладать экскурсовод, можно перечислять долго, но, к сожалению, не нужно забывать и о том, что сколько людей – столько и мнений, и нет, ни каких гарантий, что обладая всеми «нужными» качествами, мы понравимся без исключения всем туристам. Как бы там ни было, личность экскурсовода – самый главный фактор любой экскурсии, будет ли она успешна, или ее ждет полный провал, на 90% зависит от нее.

Так все же, какой экскурсовод сможет заложить успех в экскурсию? Остановимся на самых важных, с моей точки зрения, моментах. Во-первых, любой экскурсовод, должен быть хорошим психологом, т.к. в самые первые минуты общения с туристами необходимо наладить контакт. Первое впечатление о человеке складывается всего за 10-15 секунд, вот эти первые секунды, являются основополагающими всей дальнейшей экскурсии. Профессиональный гид знает, что если с первых нот рассказа, расположить публику, то дальнейшее общение пройдет на «ура».

Первое впечатление зависит не только от нашей речи и поведения, но и от того как мы выглядим! К сожалению, как бы это прискорбно не звучало, но некоторые гиды не понимают элементарных вещей, того, что экскурсовод – лицо предприятия, и это лицо должно быть привлекательным и опрятным. Как выглядит он в глазах туристов, если позволяет себе, носить грязную обувь, порванные перчатки, куртку не первой свежести? А как отнесутся экскурсанты к гиду, который опаздывая на экскурсию, принесся в последний момент, весь взмыленный, раскрасневшийся, запыхавшийся? Думаю, даже самый умный и эрудированный экскурсовод не вызовет, при таких обстоятельствах, абсолютно ни каких положительных эмоций. Некоторые из гидов, еще любят перебарщивать в обратную сторону. Одежда – самая яркая, эдак, я за-

метнее буду, украшений тоже побольше, пусть туристы любят, парфюм пообильнее, и, в заключение, «боевой окрас» на лицо! Уважаемые, уверяю Вас, люди приезжают не на вас любоваться, а на объекты, и Вы ничего другого как, мягко говоря, недоумение у них не вызовите. Будьте, пожалуйста, скромнее!

Талантом хорошего рассказчика обладают не все, но им просто обязан обладать экскурсовод. Насколько вы увлекательно будете излагать экскурсию, тоже можно понять с первых минут, поэтому вступительная речь должна быть эмоционально насыщенной и яркой, она должна вызывать дальнейший интерес к Вашему рассказу, а не сводится к краткому пересказу того, что вы, сегодня, планируете показать, или перечислению правил поведения во время экскурсии. Если Ваша речь грамотная и литературная, а рассказ красочный, и содержит интересные факты, если вы правильно «играете» интонацией, не имеете дефектов речи, достаточно громко и уверенно говорите, а не бубните себе под нос – уверена, что туристы оценят вас по достоинству!

Следующий важный момент – экскурсовод должен быть личностью, причем Личностью с большой буквы. Это тоже достаточно легко понять, по тому, насколько экскурсовод уверенно держится. В ходе экскурсии, могут произойти непредвиденные моменты, нестандартные ситуации, когда следует призвать на помощь всю свою выдержку, не бояться взять ответственность на себя. Экскурсовод – Личность, не растеряется, не запаникует, а максимально быстро разрешит проблему, тем самым показывая экскурсантам, что с ним они могут чувствовать себя в безопасности на протяжении всего маршрута.

Ну и последнее, на чем я хочу остановиться, каждый экскурсовод должен быть еще и немного методистом, а именно мгновенно подстроиться и построить экскурсию, основываясь на составе группы, на том кто его слушатели. Самым сложным, но одновременно, и самым интересным, я считаю, проводить экскурсию детской группе. Внимание детей трудно удерживать на протяжении всей экскурсии, они очень подвижны, любопытны, им сложно сосредоточиться на чем-то одном, но если вы установите с детьми нужный психологический и эмоциональный контакт, рассказ поведете доступным им языком, в форме игры, диалога, то в награду получите благодарную публику, с непередаваемыми искренними положительными эмоциями. В моей практике работы экскурсоводом, очень часто приходилось проводить экскурсии именно для детских групп. В зимний период в Кунгурской Ледяной пещере проходит, на мой взгляд, очень удивительная экскурсия – «В гости к Дедушке Морозу», где экскурсовод предстает перед детьми в образе снегурочки. Сказочный персонаж производит на детей магическое действие, едва увидев Снегурочку, дети кричат слова приветствия и улыбаются, неважно 5 им лет или 15. Как и все другие экскурсии, экскурсия «В гости к Дедушке Морозу» начинается с тоннеля, где дети узнают, что путешествие по пещере будет необычным, им предстоит познакомиться со снежным человеком и прийти на выручку к Дедушке Морозу, который, наверное, заблудился в пещере. Дети, как правило, легко идут на контакт, и сразу включаются в игру, ведь все необычное, нестандартное, яркое и сказочное их привлекает, они, с удовольствием ищут записки от Дедушки, пытаются разгадать тайные знаки, дать первыми ответ на загадки снежному человеку и рассказать самое лучшее стихотворение, специально подготовленное для Деда Мороза. Хоровод и пение песни «В лесу родилась елочка...» в условиях пещеры выглядят несколько комично, но дети и в этом случае стараются, а в награду получают от Деда Мороза небольшие сладкие сувениры.

Какие методические приемы в этой экскурсии использую я и другие снегурочки? Самые классические, которые используют многие экскурсоводы на своих экскурсиях. Если разбирать приемы показа, то в экскурсии «В гости к Дедушке Морозу» я использую такие, как:

прием ассоциации (чаще всего ассоциации я использую по противоположности, например, сравнивая характеристики подземного царства с улицей, откуда мы только что зашли, свет-темнота, шум-тишина и т.д.),

прием движения (он нужен для того, чтобы дети со всех сторон рассмотрели показываемый им объект, например, ледяные кристаллы, разные формы которых можно увидеть, лишь посмотрев на них со всех сторон),

прием переключения внимания (этот прием при проведении экскурсии для детей просто необходим, т.к. дети не будут долгое время смотреть на один объект),

прием сравнения (сравнить в Ледяной пещере можно многое, например, гроты, обращая внимание детей на их размеры, структуру горной породы и другие особенности),

прием локализации событий (этот прием помогает сконцентрировать внимание детей на определенном месте).

Все перечисленные приемы показа с легкостью можно использовать и для взрослой группы, что же касается приемов рассказа, то я применяю следующие:

приемы описания и характеристики (первый прием помогает наиболее точно отобразить объект показа в сознании детей, второй прием позволяет дать характеристику о свойствах, которые не всегда видны глазу, например, при показе ледяных образований (сталагмитов, сталактитов, сталагнатов). Можно сказать: «Перед вами ледяные образования: те, что растут снизу вверх, называются сталагмитами... величина и форма сталагмитов различна... (*прием описания*)... сталагмиты неоднородны по составу льда, они могут быть как кристалльно – прозрачными, так и молочно – белыми, с примесью гипса и извести» (*прием характеристики*).

прием вопросов-ответов - позволяет заострить внимание детей на содержании экскурсии:

– Дети, как вы думаете, где живет Дед Мороз?

вносит в экскурсию небольшую разрядку:

– Дети, кто же это? (про снежного человека).

прием заданий помогает заинтересовать маленьких экскурсантов:

– Ребята, Дед Мороз обычно оставляет записки или какие-то знаки, будьте внимательны и если что-то увидите, сразу об этом сообщайте.

прием проблемной ситуации:

– Дедушка Мороз, наверное, заблудился, что же нам делать? Дети, тоже с удовольствием, ищут варианты решения проблемы, и, конечно же, мы сходимся во мнении, что его нужно обязательно найти.

прием отступления - помогает снять усталость, с детьми можно разгадывать загадки, рассказать им небольшую легенду и т.д.

прием соучастия: детям важно чувствовать, что они причастны к экскурсии и играют в ней главную роль, а не являются простыми слушателями. Этот прием позволяет удерживать детское внимание на протяжении всей экскурсии.

Остальные приемы, не описанные мной, тоже являются неотъемлемой частью любой экскурсии, но они могут либо заменять друг друга, либо, в некоторых случаях, не применяться вообще, это такие приемы как: *прием персонификации* (используется для мысленного создания образа конкретного человека или героя), *прием дискуссионной ситуации* (этот прием говорит сам за себя), *прием новизны материала* и др.

Все приемы одинаково ценны и направлены на то, чтобы экскурсия для детей прошла успешно. Чуткое отношение к детям, на протяжении всего маршрута, залог успеха любой экскурсии. А детские высказывания в конце экскурсии: «Дедушка Мороз, у тебя самые красивые хоромы», «Мы, в следующем году, обязательно к вам приедем», «Нам здесь очень, очень понравилось» - это самая высокая оценка нашего труда.

Так кто же, все-таки экскурсовод? Это профессионал своего дела, или человек искусства? Экскурсовод, который по праву может так называться, это профессионал, живущий искусством, искусством своей профессии, искусством любви к своему делу, к своей родине и человечеству в целом.

Дорогие экскурсоводы! Совершенствуйтесь всю свою жизнь и не забывайте о своих принципах и морали. У Вас, самая интереснейшая и лучшая профессия!

Литература

1. Ефремова Т.Ф. Современный толковый словарь русского языка: В 3 т. – М.: АСТ, Астрель, Харвест, 2006.

2. Емельянов Б.В. Экскурсоведение. – М., 2007.
3. Квартальнов В.А. Теория и практика туризма. – М., 2003.
4. Костыря Е.О. Особенности методики проведения экскурсий с обучающимися / Педагогический мир. – М., 2010.
5. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.prodetey.ru/8062-kak-organizovat-eks-kursiyu-dlya-detei>

ЧТОБЫ ГЛАВНОЕ НЕ СТАЛО ЗАГЛАВНЫМ

Н.Н. Козлова

ООО «Сталагмит-Экскурс», 617470, Пермский край, с. Филипповка, Кунгурская Ледяная пещера

Любая экскурсионная пещера начинается отнюдь не с первых гротов, а с личности экскурсовода. Он встречает посетителей, и от его мастерства зависит многое. От услышанного и увиденного экскурсантами зависит их настроение, появляются впечатления, формируются образы, возникает удивление от соприкосновения с тайнами подземного мира. Всего полтора, максимум два часа астрономического времени могут на десятилетия определить память о посещении пещеры у человека, которому понравился экскурсовод, то, как он раскрывает образ, философию, поэзию, мощь камня, как подает научные факты, и самое главное – психологически точно угадывает «дыхание» группы, входит с ней в контакт, удивляет и заставляет экскурсантов ощутить прикосновение тайного подземного мира Земли. В практике работы с экскурсоводами мы всегда ставим «сверхзадачи». Не просто знание методик и текста, истории и культуры, но и глубокое осмысление каждой экскурсии, работа по каждому сложному, новому вопросу экскурсанта – это путь к самосовершенствованию.

Половина новых направлений в экскурсионной деятельности, разрабатываемых для привлечения новых посетителей, основана на тщательном изучении запросов экскурсантов. Одно из требований к экскурсоводу пещеры – быть чутким к репликам, вопросам, пожеланиям. Не донести запрос экскурсанта до методиста – значит в будущем стать не востребовавшимся экскурсоводом! Здесь все очень взаимосвязано, органично и правильно. Но возникает еще один важный момент: как не пойти на поводу у экскурсантов, если их вопросы продиктованы стремлением выделиться, покрасоваться перед группой, а то и просто поскоморошничать? Как удовлетворить разнонаправленные запросы, соединить в одной экскурсии научно-историческое и развлекательное? Ответ очевиден – не забывая о функции экскурсии, думать, экспериментировать, готовить варианты текстов для каждого! Требование при этом только одно – не унижить человека как высокомерием, так и примитивом, пошлостью. А «когда, где, почему, как» - это вопросы практики и психологии. Сегодня экскурсовод просто обязан знать все, что, так или иначе, связано с тематикой экскурсии, быть интеллигентным, образованным и психологически грамотным! Время «золотых» и словоохотливых радиодиджеев - это не время для экскурсоводов! Принципиальные отличия экскурсии как интеллектуального досуга, в отличие от досуга-развлечения, должны сохраняться. При этом познание может быть интересным, захватывающим, действующим все органы чувств, а также оставлять эмоционально-интеллектуальный след в душе. Безусловно, важным в связи со сказанным становится вопрос о личности экскурсовода.

Казалось бы, здесь все ясно. Как всякий увлеченный человек, экскурсовод подарит благодарным посетителям пещеры частичку личного обаяния, создаст атмосферу соучастия и заинтересованности. Проведя экскурсию на высочайшем уровне, он заставит их приехать в Кунгур снова. Пока мы обозначим это идеалом. Но как быть с экскурсантами «it frombit», которые все берут из Интернета, и оживить чувства которых всегда реально сложно. В связи с этим сегодня особенно сложно увеличить спрос на городские обзорные экскурсии.

Экскурсия дает возможность личного наблюдения и личностной оценки, смысла объекта, подсознательной перепроверки собственных жизненных позиций, и с этой точки зрения каждый вдумчивый и внимательный экскурсовод является идеальным агентом для продвиже-

ния пещеры, города, края в мировое туристско-экскурсионное пространство. А методическое обеспечение должно чутко реагировать на это, чтобы увеличивать туристский потенциал, который во многом зависит от экскурсоводов. По мнению опытного экскурсовода с 35-летним стажем Л.С. Михеевой, профессиональному экскурсоводу необходимо:

1. Иметь багаж знаний и постоянно пользоваться им;
2. Постоянно пополнять свои знания по разным тематическим направлениям;
3. Уметь принять верное решение в определенных ситуациях;
4. Всегда проявлять уважение к экскурсантам.

По мнению экскурсовода О.А. Катыгиной, необходимо:

1. Знать по теме экскурсии как можно больше;
2. Уметь излагать материал так, чтобы тебя хотели слушать и взрослые, и дети;
3. В диалоге с экскурсантами уважать достоинство вопроса, на который, казалось бы, могут ответить все;

4. И, самое главное, понимать, что ты еще совсем не идеальный экскурсовод.

Итак, мы имеем реальные и идеальные тексты и представления о профессии экскурсовода. Сохранить эту профессию сегодня – значит заявить о ценностях завтрашнего дня. Экскурсовод общается с аудиторией непосредственно и имеет возможность корректировать свои действия, учитывать реакцию экскурсантов и предвидеть успех или неуспех экскурсионного процесса. Экскурсовод работает в удивительной близости к аудитории, без техники связи, без ramпы – глаза в глаза! Возникает камерная атмосфера неформального контакта, где любой человек может задать любой вопрос, высказать суждение, вступить в спор.

По-видимому, сегодня самым главным остается развитие личности на основе базисных установок профессии. Очевидна необходимость максимально широкого привлечения к работе молодых (до 35 лет) людей. Нужно установить более продолжительный срок обучения (от 3 до 6 месяцев), с дальнейшим испытательным сроком. Нужно разработать и принять Кодекс этики экскурсовода. Все это – для сохранения профессиональной культуры и ее передачи будущим поколениям. Что сохраним в профессии мы, и что выберут туристы через пять, десять лет? Вопросы, о которых уже пришло время думать, и на которые вскоре придется отвечать!

СВЕТ ВО ТЬМЕ: ФОТОГРАФИИ КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ СТО ЛЕТ

И.Э. Клоков

ООО «Сталагмит-Экскурс», 617470, Пермский край, с. Филипповка, Кунгурская Ледяная пещера

Первые фотографии Кунгурской пещеры пришли к нам с начала XX-го века. Первые в мире фотографии появились примерно в 1826 году, и к началу XX века фотография стала одним из самых востребованных и распространённых видов искусства.

Пещеры - это уникальное, сакральное пространство, которое к началу XX го века почти не было изучено. В то время в мире не было оборудованных пещер, и все путешественники, спускаясь в подземное царство, встречались с колоссальными трудностями. Конечно, спускаться в пещеру с фотооборудованием того времени было не просто сложно, а почти невозможно. Фотоаппараты были громоздки, ненадёжны и никак не были приспособлены к экстремальным условиям пещеры. Но это была далеко не самая большая проблема. Название «фотография» включает в себя 2 греческих слова φωτος – свет и γραφω - пишу: в дословном переводе на русский язык это означает светопись.

Пещера всегда есть и будет царством вечной тьмы. Даже сейчас недорогие фотоаппараты среднего звена испытывают недостаток света при искусственном освещении. А в то время все экскурсии проходили при свете свечей и факелов, конечно, света катастрофически не хватало. Поэтому фотографий в пещерах времен начала XX го века почти не сохранилось.

В городе Кунгуре фотографией занимался Дмитрий Константинович Долгушев.

Дмитрий Константинович был уроженцем Александровской волости Нолинского уезда Вятской губернии. В Кунгур он был привезён четырёх летним ребёнком. Начинать учеником в

фотографии А.П. Андрузского. В 1913 году стал главой фирмы «Фотография Долгушева, бывшая Андрузского». Занимался созданием фотопортретов, сюжетных и видовых снимков [1].

Именно этому человеку посчастливилось снимать исторический приезд в Кунгурскую пещеру принцессы Баттенбергской и её свиты. Фотографии того знаменательного дня сохранились и по сей день. В 2004 году вышел сборник фотографий визита принцесс Баттенбергских, посвященный 90-летию Кунгурской Ледяной пещеры как объекта мирового туризма. Дмитрий Константинович снимал не только принцесс. Фотографии этого человека и сейчас позволяют открыть занавес времён и посмотреть, как сто лет назад выглядел город Кунгур, припещерная территория и некоторые подземные гроты нашей жемчужины. Фотографы начала XX века бережно сохранили одежду, пейзажи, людей, на фотоплёнку и не стоит забывать, что тогда фотография в России была диковинкой. Именно по этим фотографиям можно представить исчезнувшие храмы города Кунгура и убедиться, как сильно изменилось ледяное убранство Кунгурской пещеры.

Время шло, качество экскурсий улучшалось, количество туристов увеличивалось, а возможности фотооборудования расширялись.

Появилась потребность в создании брошюр, буклетов. Однако создание качественных фотографий на оборудовании того времени было невозможно, поэтому стали активно использоваться фотографии, рисунки, которые после съёмки корректировались художниками. Ко 2-ой половине XX века фотография сделала большой скачок вперёд. Появились небольшие фотоаппараты, снимающие на плёнку, светосильные линзы, позволяющие сделать фотографии в условиях недостаточной освещённости, всё это давало возможность сделать отличные кадры. В то время в стационаре при пещере работал Евгений Павлович Дорофеев, и именно ему принадлежит большинство фотографий того времени.

Евгений Павлович работал в стационаре с 1959 по 1992 год. Его имя неразрывно связано с Кунгурской Ледяной пещерой, исследованиям и популяризации которой он посвятил свою жизнь. Для своего времени он делал прекрасные фотографии, многие из которых были использованы при создании наборов открыток, брошюр, путеводителей. Глядя на его фотографии, удивляешься, как сильно за эти полвека изменилась Кунгурская пещера.

По исследованиям Б.Р. Мавлюдова оледенение пещеры морфологически обусловлено и с 1914 года, сооружения входной двери уже нарушило систему естественной циркуляции, но холодный внешний климат был в состоянии компенсировать антропогенное воздействие.

В последние десятилетия не раз была отмечена деградация оледенения. С 1993г. деградация льда усилилась, достигнув максимума в 2000 г. [3]. Сегодня специалисты отмечают эволюционный процесс роста льда в пещере [2].

В 90-е годы XX века на мировую арену выходят цифровые фотоаппараты. В России цифровые фотоаппараты появляются позже, чем на Западе, но к началу XXI века начинают широко входить в оборот.

Сейчас цифровой фотоаппарат - это неотъемлемая часть нашей жизни. Он есть практически у всех. Простой, легкий, надёжный, недорогой - основные достоинства цифровой «мыльницы». Казалось, сейчас красоты пещеры открываются одним нажатием кнопки, но это не так. Да, сейчас за одну экскурсию по пещере 25 экскурсантов проходят с десятком фотокамер, но они по-прежнему не могут сделать ни одного красивого кадра, только слепят экскурсовода своими вспышками. Люди, снимавшие нашу пещеру даже 100 лет назад, прекрасно понимали, что делали, а не просто нажимали на кнопку спуска затвора. Пещера была, есть и будет необычным царством мрака, где даже самая дорогая и совершенная камера в неумелых руках не сможет сделать ничего. В умелых же руках фототехника нашего времени творит чудеса, демонстрируя на бумаге необыкновенную красоту подземных гротов.

Но не стоит забывать, что фотография, в первую очередь, есть и будет всего лишь средством сохранения информации. Сейчас, глядя на старые, тёмные, потертые фотографии, можно сравнить их с современными и удивиться, какими были подземные пейзажи, как они изменились за каких-то 50 лет.

Литература

1. Ёлтышева Л.Ю. Палладий Андрузский и его потомки // Грибушинские чтения-2013. – Пермь, 2013. – С.38.
2. Дублянский В.Н., Кадебская О.И. Кунгурская Ледяная Пещера. – Пермь, 2004. – С. 134.
3. Мавлюдов Б.Р. Оледенение пещер. – Москва, 2008. – с. 290.

**СРАВНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ОТКРЫТИЯ ПЕЩЕР ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПОСЕЩЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ ПЕЩЕРЫ СВОБОДЫ, 1924 ГОД, И СТАНИШОВСКОЙ ПЕЩЕРЫ, 2010 ГОД,
(СЛОВАКИЯ, ЗАПАДНЫЕ КАРПАТЫ, НИЗКИЕ ТАТРЫ)**

П. Голубек

Словацкий музей Охраны природы и пещер, Липтовский Микулаш holubek@sibir.sk

Редактор текста и переводчик: **Н. Ермаков**

спелеоклуб «Николаус», Липтовский Микулаш darya@mag-net.sk

Демановская долина является одной из известнейших карстовых областей Словакии, находящейся 11 км южнее города Липтовский Микулаш, лежащего на железнодорожной трассе Прага-Братислава-Москва. Первые упоминания о пещерах Демановской долины можно найти в исторических источниках начиная с 1299 года. В долине находятся несколько интересных подземных объектов, такие как, например, Ледяная пещера, которую с незапамятных времен посещали и любознательные путешественники и просто все желающие. Их за небольшую плату водили по подземному лабиринту местные жители, которые и были первыми добровольными спелеопроводниками.

Жарким засушливым летом 1921 года, когда уровень воды в реке Демановка значительно понизился, моравскому учителю Алоизию Кралу вместе с сыном местного лесника Адамом Мишуром удалось проникнуть через один из открывшихся поноров в неизвестную до того времени огромную пещеру, получившую впоследствии название пещера Свободы. Это открытие стало сенсационным, вызвало огромный общественный резонанс и повлияло на поиски новых пещер не только в Демановской долине, но и по всей Словакии. Вслед за открытием пещеры Свободы были открыты и многие другие доступные для посещения пещеры в иных районах.

Пещера Свободы надолго стала центральным мотивом многочисленных популярных статей в печати. Ее открытие стимулировало принятие правительством в 1921 году специального закона о том, что все пещеры Словакии, как открытые, так и неоткрытые находятся под защитой государства. В 1922 году была создана специальная комиссия для решения вопроса оборудования Демановской пещеры для публичного посещения, которая состояла из министра информации Словакии, губернатора липтовского края, правительственного комиссара по делам архитектуры, представителей различных министерств, государственных и местных органов власти и самоуправления, туристических обществ, представителей финансовых кругов и военных. Было необходимо решить многие вопросы, проложить дорогу к пещере протяженностью 3 км, решить проблемы имущественного характера и прав собственности, обеспечить выполнение трудоемких подземных работ по бетонированию и оборудованию экскурсионной трассы, расширить узкие места на пути следования посетителей и сделать пещеру безопасной для посещения. Работа была организована так эффективно, что уже в 1924 году пещера была открыта для первых посетителей.

Сегодня эта одна из самых популярных пещер, которую посещают более 100 тыс. человек в год. Вслед за открытием пещеры Свободы стала развиваться и связанная с ней туристская инфраструктура. Сегодня можно сказать, что благодаря пещере Свободы Демановская долина превратилась в международный центр туризма и отдыха в Словакии, который ежедневно посещают несколько тысяч лыжников, туристов и любителей природы.

В 7 км восточнее Демановской долины находится другая крупнейшая карстовая область горного Липтова - Янская долина, которая имеет многочисленные подземные достопримечательности в виде пещер, гротов, исчезающих речек и поноров. Первые письменные упоминания о пещерах Янской долины датируются XVII столетием. От главной железнодорож-

ной трассы Прага-Братислава-Москва она удалена всего на 5 км. После открытия пещеры Свободы появились идеи приспособить некоторые пещеры Янской долины для публичного посещения. В первую очередь это касалось давно известной и легко доступной Станишовской пещеры. За оборудование Станишовской пещеры для публичного посещения взялись те же юридические и физические лица, которые принимали участие в открытии и оборудовании пещеры Свободы. В 1926 году они взяли Станишовскую пещеру в аренду на 20 лет. Однако открытие Станишовской пещеры для публичного посещения так и не состоялось. Дело в том, что истинной целью аренды Станишовской пещеры было не оборудование ее, как нового туристического объекта, а фактически закрытие пещеры для публичного посещения потому, что арендаторы видели в ней опасного конкурента пещеры Свободы, доходы от эксплуатации которой были весьма ощутимы.

Так Станишовская пещера прозябала до 1976 года, когда уже во времена социализма был подан второй проект по открытию пещеры для публичного посещения, однако и этот проект не был на практике реализован. Лишь в 1989 году после перехода Словакии от социализма к условиям рыночной экономики идея открыть Станишовскую пещеру для публичного посещения снова возродилась. В новых экономических условиях начинается стремительный рост интереса к использованию пещер в качестве прибыльных туристических объектов. На этой волне возродился интерес и к Станишовской пещере. Интерес подстегивался и тем, что туристические возможности поселка Липтовский Ян, в окрестностях которого располагалась Станишовская пещера, были до конца не исчерпаны. Отели и пансионы туристического центра Липтовский Ян способны принять до 3,5 тыс. туристов и отдыхающих, в числе которых не только граждане Словакии, но и многочисленные туристы граничащих со Словакией стран – Австрии, Чехии, Польши, Венгрии, Украины. С открытием Станишовской пещеры для публичного посещения туристический международный центр Липтовский Ян получал дополнительные возможности привлечения новых отдыхающих. Однако первым, кто сумел выгодно использовать Станишовскую пещеру стали не официальные спелеологические общества, туристическое фирмы и организации, а нелегальный проводник-предприниматель, который незаконно организовал платное посещение пещеры туристами. В 1992 году нелегальный проводник был задержан полицией, и незаконная эксплуатация Станишовской пещеры прекратилась.

Для того, чтобы эксплуатация Станишовской пещеры стала законной, Спелеологическому обществу Словакии было сделано предложение оборудовать пещеру для публичного посещения. Однако в то время Спелеологическое общество не могло открыть Станишовскую пещеру для публичного посещения в связи с многочисленными ограничениями, которые накладывал Закон об охране природы на подземные объекты в Янской долине. И все же, после долгих дискуссий и обсуждений с органами охраны природы в октябре 2007 года мы подали заявку на получение разрешения для открытия Станишовской пещеры для публичного посещения. Нас ожидала тяжелая работа. По сравнению с 1922 годом, когда проводились работы в пещере Свободы, процесс открытия которой проходил в обстановке энтузиазма, общественной и государственной поддержки, ничего подобного в 2007 году мы не увидели и не почувствовали при открытии Станишовской пещеры.

Никто из представителей официальных государственных организаций, ответственных за сертификацию пещер, как туристических объектов, ни сотрудники государственной охраны природы, ни сотрудники горной инспекции, ни члены органов местного самоуправления поселка Липтовский Ян, ни собственники земли, на которой расположена пещера, в процессе сертификации пещеры так ни разу ее и не посетили. Только лишь сотрудники Словацкого управления пещер, на которое государством возложена обязанность по эксплуатации пещеры Свободы и других пещер, находящихся в собственности государства, посетили Станишовскую пещеру, однако вглубь, дальше ее входа не удалялись. Можно сказать, что весь процесс получения разрешения протекал исключительно в форме бумажной переписки с разрешительными государственными органами. Мы предоставили им описание пещеры, карты подземной топо съемки, чертежи оборудования экскурсионной трассы в пещере, а дальше была длительная и трудная переписка.

Наконец, после долгих мытарств, 15 января 2010 года Станишовская пещера была официально открыта для публичного посещения. Прокладка экскурсионной трассы в пещере, оборудование крутых участков лестницами, информационными указателями, организация мест геологических и палеонтологических экспозиций была сделана собственными силами всего за три недели без привлечения специальных строительных организаций. Станишовская пещера не имеет электрического освещения и посетителям на ее входе выдаются налобные фонарики. Еще раз хотелось бы отметить, что если на подготовку пещеры и ее открытие для публичного посещения ушло три недели, то на преодоление бюрократических государственных барьеров для получения разрешения потребовалось целых два года...

В заключение хотелось бы отметить, что в Словакии за прошедшие 86 лет, начиная с того момента, когда пещера Свободы в 1924 году была впервые открыта для публичного посещения, и заканчивая 2010 годом, тем моментом, когда Станишовская пещера приняла своих первых посетителей, произошли существенные изменения, которые мы постарались свести в два пункта.

1. Проект оборудования для публичного посещения пещеры Свободы в Демановской долине реализовывался при широкой поддержке со стороны государства и общественности. В решении проблем открытия принимали участие десятки специалистов, которые часто решали проблемы здесь же на месте, без излишних бюрократических проволочек. В отличие от 1924 года открытие Станишовской пещеры происходило так сказать, виртуальным образом. Физически мы не видели лиц, ответственных за принятие решения по открытию пещеры. Государственные чиновники, представители разрешительных, инспектирующих и надзирающих органов общались с нами лишь посредством бумажной переписки. Хоть раз осмотреть пещеру в течение всего долгого процесса сертификации они так и не удосужились. Никакого интереса, поддержки и участия с их стороны, мы ни разу не видели. В 1996 году мы нашли в Янской долине одну из крупнейших пещер Словакии - пещеру Зломиск. Ее лабиринт образован 7 км подземных ходов и, по своей туристической привлекательности пещера Зломиск сравнима с пещерой Свободы. Об этом знаменательном событии мы сообщили средствам массовой информации, органам государственного управления и даже информировали председателя парламента Словакии. Но увы, с их стороны, как и со стороны прессы, радио и телевидения интерес к новому открытию был минимальный.

2. Еще одной проблемой при открытии Станишовской пещеры стала проблема, касающаяся определения размеров ежегодной арендной платы за аренду пещеры, причитающейся ее арендодателю в лице государства. Решение было найдено таким образом. В общегосударственной газете было помещено объявление с предложением неиспользуемого государственного имущества, которое любой желающий в Словакии мог согласиться взять в аренду на определенных условиях.

Мы надеемся, что проведенный сравнительный анализ поможет нашим последователям, коллективам спелеологов правильно оценить свои силы и возможности в трудном процессе сертификации пещер для публичного посещения.

CAVE USE THROUGH HISTORY IN SLOVENIA

A. Kranjc

Slovenian Academy of Sciences and Arts, Novi trg 3, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, kranjc@sazu.si

Introduction. In Slovenia karst covers about 8 500 km² and more than 11 000 known and surveyed caves are there. We can speak about three general types of karst: Dinaric Karst, Alpine Karst, and Prealpine (or Isolated) Karst. Generally speaking, each type of karst has typical caves, or better, a typical cave is a prevailing characteristic. Many of caves have been used by human for different purposes, according to their needs and caves' properties. During thousands, even tens of thousands years, the use of caves markedly changed. Some caves were used just for special pur-

pose, other were “multipurpose”, some were used just in one, relatively short period of history, while in some others the presence of man is evident from prehistoric times to nowadays. The use of caves is discussed by separate chapters.

Use of cave space. *Caves as shelters, living places, and stores.* The traces of cave occupation in prehistory are relatively frequent since the Middle Palaeolithic on. Palaeolithic hunters used caves for occasional dwelling in lower Dinaric Karst or as dwelling during hunting expeditions in higher Alps, especially during warmer periods of Pleistocene. The best example of such high mountains station is Potočka Zijalka Cave in Karavanke Mts., 1 700 m a.s.l. Caves with Palaeolithic remains are numerous around Postojna (550 m a.s.l.) but we must take into consideration that during colder phases a cold steppe was there, not far below the upper tree limit. In one cave – Divje Babe above the River Idrijca valley – about 45 000 years old flute was discovered, actually the oldest one in the world.

During later pre-historical times caves were used as living quarters and occasional shelters up to the Neolithic and Halcolithic periods. There are about 15 of such cave sites. During Neolithic large cave entrances were used as stables for sheep and goats. It is interesting that during this time people used other caves than Palaeolithic hunters. There is one exception – Škocjanske jame were inhabited during the whole pre-historical period. One of the many reasons was the sinking river, the only permanent surface water on otherwise dry plateau of Kras.



Fig. 1. Pod Jamo Tabor store cave.

In the Middle Ages, according to known data, the caves were used as hiding places or shelters during dangerous times. Such caves were often fortified with defence walls. An exception is Jama (Lueg in German) near Postojna, where a real castle developed from a fortified cave. The same name (Lueg) had the castle near Novo mesto (SE Slovenia), similarly placed in the cave entrance in the rock wall, where only some ruins remained. When the Otoman Empire was at its summit it was practically adjacent to nowadays Slovenia and Turkish raids were frequent. From these times a lot of caves where people hid themselves and even their animals when possible, are known from folk tradition or by material traces. In some cases the name proves it – Turška Jama (Turk’s Cave). High in a rock wall a small cave (Pod Jamo Tabor) has been transformed into storehouse where people from surrounding kept food and precious objects in case of Turkish threat. In the cave, a guard was mounted day and night (Fig. 1) [27].

When the great part of nowadays Slovenia became part of France, the mobilisation of young men for Napoleon’s army forced many of them to escape and to hide in forests, often having living quarters in some cave [16]. In the vicinity of Ljubljana the last know example of cave dwelling is documented from 1931 (Fig. 2) [12, 26].

There are also few caves named »Ciganska Jama« (Gipsy’s Cave) indicating that there, usually under the entrance porch, Gipsies seasonally lived or camped. During the 2nd WW sporadically or even longer lasting cave dwelling appeared. There are known examples where some families were going to sleep in a cave (they made beds inside) every night for a long period from a fear of air raids. Partisan “techniques” (printing offices) were often in a cave and workers had to spend days and nights in a cave. Such is an example of Jama near Predjama (vicinity of Postojna) where there were in the cave both partisan technique and illegal Slovene law court. They were in a remote part of the cave, accessible by



Fig. 2. The “last hermit” living in a cave not far from Ljubljana.

ladder only. Another example is from the Karavanke Mts., at the border with Austria: in a cave a partisan gave birth and she lived there with a baby for a month [6].

Cave entrances - porches big enough, lying near the settlement, fields or pastures were often used for storage of different materials, tools, wood, etc. Podpeška jama is a good example. During two centuries ago people used the entrance porch to swingle flax and there was stable oven installed. Part of it was closed by wall and served as a beer cellar. Before the 2nd WW in a remote part of the cave the underground laboratory was installed by biologist of Ljubljana University to study cave fauna, *Proteus anguineus* especially. Later the entrance part served to store fire wood, wagons, and farm machines. Some other caves too were transformed into the wine or beer cellars. Near the village Velike Lašče South of Ljubljana, a cave served as a cellar for ripening a camembert type of cheese [6].

Caves as places of entertainment. Adequately shaped and located caves served for entertainment to local people. Such cave of easy access, lying near the village, of appropriate form and size was often used for occasional gathering, dancing mostly. During the summer heat a cave presents pleasantly cool place. Such caves were adapted to the appropriate use, floor flattened and smoothed, stairs and lightings made if necessary. In some caves this tradition was maintained to modern times. Podpeška Jama which opens in the middle of the village Podpeč is a very good example again. Although the cave functions as resurgence, in fact not very often, local people recently paved the flat entrance hall by (dolomitic) rubble and installed electric lamps. Just to the entrance leads a paved village street. Due to change of habits and mobility of people caves are less and less attractive for such use.

In the cave Vilenica on the plateau Kras long tradition has the event “Days of literature”: writers and poets come from all around the Europe, they read their works in front of the public in the cave, and the Vilenica Award is conferring in the cave too.

Resources of caves. *Water.* During the history, caves were important source of primary material, mainly water, ice, and iron ore. There are many caves used for water supply in Slovenia. Usually the access to the water was arranged, often by steps. In some cases beside water supply there were also washing-places [11]. Under Gradišče, SE of Ljubljana, one of the biggest oppidum (hill fort) from the Iron Age, the entrance to the 80 m deep pothole Šimankova Jama opens. Specialists suppose that this shaft was used as access to water to the inhabitants of the oppidum [14].

In the central part of Dolenjsko (Lower Carniola) only, there are 16 caves known to be used for primitive water supply. Characteristic example of cave water use is Podpeška Jama in the Dinaric Karst, again. It lies in the middle of the village Podpeč at the edge of polje. There is no spring in wider surroundings. Large cave entrance continues in a passage leading to the underground stream. Villagers frequented the stream since the Middle Ages on as proved by a big quantity of pottery fragments. Steps were cut into the rock for an easier access. In 1876 a dam was built in the upper part of the stream and pipes were installed to a basin (trough) at the cave entrance. Thus people easily got water without going further into the darkness. In 1950-ties water pipes were prolonged to the village, so that each house got the water. This local water supply from the cave functioned long after the 2nd WW when the village was attached to the regional water supply.

There are even recent examples of use or planned use to get water from caves. Just at the beginning of the 19th century there was no more sufficient water from wells to satisfy the needs of the Trieste citizens. So water supply specialists Lindner and Svetina organized exploration of caves to find the course of the underground Reka River (sinking to Škocjanske Jame) to use its water for water supply. In 1839 they started to follow the Reka River downstream through Škocjanske Jame. In 1841 they reached the bottom of 329 m deep shaft Labodnica (Abisso Trebiciano), which kept the World's depth record for 90 years [8]. Even today there are local water supply accumulations in caves, in Mitoščica in the River Sava valley for example. The most important is Postojna water supply serving more than 10 000 people. The water is pumped directly from the cave without any special adaptations. Similar is water supply of Kras, where the water is pumped from the bottom of a shaft at 4 m of elevation and pumped to the height of 600 m and than gravitationally distributed to the settlements.

Sporadically people tried to use water from caves for other purposes too. Such is the example of already mentioned Šimankova jama under the oppidum Gradišče. In 1933 solid ladders were installed to the bottom of the shaft to explore it and to verify the possibility to use the water of underground stream for a nearby leather factory. In 1950 again a group of specialists visited the cave on the account of the Committee of the Iron Industry to find the possibilities to use the water for the metal factory few kilometres away. In the same region, at a cave entrance, one can see the rests of the water basin, used as an accumulation for driving a turbine of the nearby homestead [14].

Snow and ice. Not long ago shepherds on Prealpine plateaus without surface water descended to snow and ice caves to extract snow and ice to get water for animals and for themselves. Archaeological data proved that this took place in pre-historical times already in limestone Kamniško-Savinjske Alps. Not long ago herdsmen of Velika Planina above Kamnik extracted ice for water supply from two ice caves Vetrnica [5].

The other mode to use cave ice was for cooling. From a cave it was carried to the final user, usually noble or wealthy person, either for private or for business use. There are known several examples of caves where the ice was extracted. The earliest written mention is by Valvasor (1689) citing the cave Ledenica (Ice Cave) near Planinca in the karst hills not far to the south of Ljubljana:

“In Igger Boden above S. Johannis bey Tomischle there is another cave in which man can find ice through the whole summer. Once actual sovereign his Emperor’s Majesty has been served with this ice, when at Ljubljana all the ice pits have been already empty. They brought the ice from this cave.” [27].

In some cases the extraction of ice reached the extent of an industrial production. The best known example is Velika Ledenica (Great Ice Cave) in Paradana on the limestone plateau of Trnovski Gozd, not far from the Adriatic port of Trieste. The ice extraction started somewhere in the middle of the 19th century. From this and some other ice caves in the vicinity the ice was transported to the town Gorica (Gorizia), to nearby towns in Friuli, and to Trieste harbour from where it was transported in special barrels by ships to Alexandria and even to Bombay [1]. In Alexandria the price for 50 kg of ice was 5-6 guildens (day labourer earned little less than 1 gulden per day). During summer drought it was used for local water supply [9]. In mild winters (1873 for example) the ice was sent

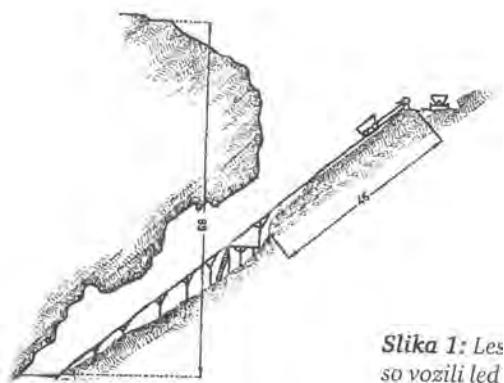


Fig. 3. Transport of ice from Velika Ledenica Jama in Paradana.

to Vienna and Budapest too. The data for 1867 show the extraction of 16.000 quintales (*quintale* = Austrian Zentner, 100 kg) of ice from the caves of Trnovski gozd plateau [7]. Extraction was simple: the workers cut the ice into pieces of 10-20 kg, by some authors to 55 kg each and carried them in baskets by wooden ladders to the surface from where it was transported by horse driven wagons down to the valley. In 1950-ies a company exploited ice by the mean of 100 m long cableway with small wagon of 200-250 kg of capacity. From the wagon it was loaded directly on the truck on the road. During three months of 1952 they extracted 120 t of ice. It was used by transport of fruits to Austria and Britain. Extraction of ice from Velika Ledenica v Paradani finally stopped in 1962 (Fig. 3) [20].

Iron ore. On the karst surface in Slovenia there are two types of relatively easy extractable iron ore: limonite pieces and so called »Bohnenerz –Bean Ore«, forming concretions up to 6 cm large and containing 30-50 % of iron. Iron industry started to prosper during the 8th century BC. The iron ore was simply collected on the surface and underground. The greatest concentration of “Bohnenerz” lies in the sediments of the dolines’ bottom or in caves and shafts. The ore was melted in shaft furnaces. In the cave Antonkov Skedenj (Dolenjsko region) remains of a melting furnace was discovered placed near a small shaft, thus using the appropriate air current (Fig. 4) [3]. During the Middle Ages and in the beginning of the New Age technology of iron ore mining was similar to the prehistoric one. Due to high concentration of ore in cave sediments, miners prefer them. In

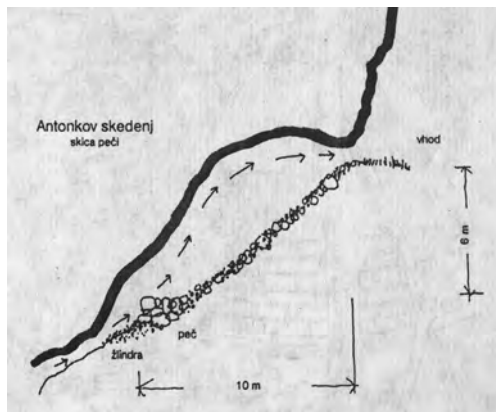


Fig. 4: Remains of the prehistoric melting furnace (peč) in a cave.

Slovenian Alps several shafts are known where the traces of digging and the remains of mining installations (wooden constructions, winch, scaffold, poles) are reported. Digging to the depths of 30 m was usual, but there are traces of digging at the bottom of 62 m deep vertical shaft. According to unverified information miners penetrated to the depths of 300 m even [15, 23].

Flowstone and speleothems. In South eastern Slovenia an old oral tradition tells that a solution of “cave milk” (moon milk, mondmilch) is a remedy for an ox that cannot urinate. The earliest writes about tourist visit of caves report about bringing out pieces of speleothems for a souvenir. In the first half of the 19th century Postojnska jama authorities banned breaking of speleothems along the main tourist passage and soon

everywhere else in the cave. At that time official retail of speleothems in front of the cave was quite a good business. In 1950-ies cavers discovered in a lateral corridor of a difficult access a pile of broken speleothems, each about 1 m long, prepared to be transported out. After the ban of breaking speleothems, Postojna cave guides were visiting other caves, out of the region even, to get speleothems for sale. There were serious protests in newspapers of the time.

Private persons as well as organisations wished to have speleothems in their gardens, parks, offices and similar. Degrading speleothems can be seen in gardens, decorated war memorials, even at the Postojna railway station. This habit stopped very recently. Quite a great quantity of speleothems were taken out, mostly from Postojnska Jama, for scientific and education purposes. In Postojnska Jama archives from the second half of the 19th century there are numerous written demands to get a nice specimen of speleothems for schools, railway stations, collectors and museums [13]. In 1889 at World's Exhibition in Paris, Postojnska jama presented few meters high and about 1,5 tone heavy stalagmite which was later donated to Vienna's Natural History Museum, where visitor can see it still today under the name Stalagmite from "Adelsberger Grotte, Krain".

Other. I would like to mention just one “resource”, typical for Slovenia and typical for karst. Old Slovene peasants' tradition, described by Valvasor (1689) already is dormice (*Glis glis*) hunting. These small animals often live and hibernate in caves, they prefer shafts and they are known to penetrate deep underground. So people covered relatively small entrances of shafts by branches and stones and left just a small opening, large enough to permit to pass the animals. When the hunting season started they put the trap in the opening – the capture was assured. In some karst regions of Slovenia cave names like Polhova Jama, Polšja Jama or Polšna (polh=dormouse) and Pokrita Jama or Zakrita Jama (Covered Cave) are quite common. In some cases traps for marten were put in caves and the wild pigeons hunting was reported from some caves too [6].

In Slovenia and in Postojnska jama especially first examples of cave fauna were discovered and soon after scientifically described. *Proteus anguinus* was described from a karst spring in 1768. When it was found in Črna Jama (at the time called Magdalena Jama, a part of Postojnska Jama system) it became a great attraction and many tourists, collectors and scientist came to Postojna just to see and if possible to get a specimen. After finding cave beetle and other cave insects living in caves, they also attracted people to Postojna and gathering cave fauna became an attractive business for some locals [21, 25].

Caves as religious objects. In the Bronze Age Škocjanske Jame got special meaning due to their impressive entrances, sinking river and deep collapsed dolines: vertical entrance to nearby lying cave was a sacrifice place, where the rest of the funeral-pile and broken arms were thrown in. This holy place was of regional importance at least. During the Iron Age one of big passage was used as a cemetery. About 120 tombs were discovered thus being the greatest Iron Age cemetery in the region of the Eastern Alps. In a cave on the plateau Kras, the entrance being closed by scree and sediments and opened by soldiers during the 1st WW, a Roman offering-altar was found *in situ* showing that the cave was a small temple in the Roman times.

In nowadays Slovenia only one cave church is known, the Sveta Jama (Holy Cave) on the plateau Kras (Karst) where according to the tradition the hermit Saint Servulus lived during the 3rd century. The cave was transformed into the church and was an important pilgrimage site up to the 2nd World War. Nowadays it is used occasionally for the same purposes, for religious weddings or the Christmas Mass. In Slovenia, throughout the karst, there are relatively numerous small caves or shelter caves (*abris-sous-roche*) transformed to oratories usually dedicated to the Saint Antony the Hermit or to the Notre Dame de Lourdes. The last ones are often decorated by speleothems brought from the caves in the neighbourhood.

Cave tourism. Pilgrimage which started in Sveta Jama soon after the saint's death can be looked upon as the start of cave tourism in Slovenia. Valvasor (1689) reported that on the anniversary of the Saint's death on the May 24, a crowd of pilgrims climbed up to the plateau from the town of Trieste [18].



Fig 5. Early tourists in Postojnska Jama.

Where important caves or better, impressive cave entrances of easy access are near the village or town, there were usually a man near the entrance or in the village providing passers-by with lights and serving as a guide for a fix or voluntary contribution. This is proved by the literature from the 17th and 18th centuries already (Fig. 5) [27, 19]. Such caves are Postojnska Jama, Križna Jama, Vilenica, etc. The last one, Vilenica was a show cave in the modern sense at least in the year 1633 already, according to the documents of the family Petazzi [22].

The first recorded visit (signature on the cave wall) to Postojnska jama is from 1213. The inscriptions are more frequent from later centuries. Literature of the 17th century clearly shows that it was common that travellers passing Postojna stopped there and visit the cave. There were always some locals ready to show the way and to bring torches and straw for lighting the cave. These early tourists can visit only a small part of the cave, a passage leading to the underground Pivka River. In 1818 inner parts of the cave were discovered and in the next year the cave was opened as a regular show cave. Cave became more and more known and the number of tourists grew from few hundreds to a million per year. The cave administration tries to attract more and more visitors with different attractions too.

Soon they chose Whitsun Monday for great ball in the Dancing Hall of the cave with special unified low entrance fee. Special trains were organised for this occasion and the cave was visited by more than 10.000 people on this day. The opening ceremony of the 4th International Speleological Congress (1965) was organised in the same Dancing Hall, and to memorize this event the hall was renamed the Congress Hall [24]. Today Postojnska Jama, the most important show cave of global importance, tries to attract more tourists with different musical events, exhibitions, Christmas crib, etc., presented in the cave. Some other caves, show caves or not, are following the example of Postojnska Jama.

Military use of caves. Caves were very important during the 1st and the 2nd World War. During the 1st one caves were used at the front and its immediate hinterland, while during the 2nd one they were used all around the land for the guerrilla (partisan) warfare. On the so called "Isonzo (Soška) Front" of the 1st WW, which passed from high mountainous karst of Julian Alps to the plateau of Kras, appropriate caves were used as "cavernas", casemates, bunkers, military observatories, and commanding posts. At the hinterland caves were transformed into anti-missiles shelters (for up to 2,000 soldiers in one cave!), living quarters for soldiers, field-hospitals, military depots, etc. Both armies,

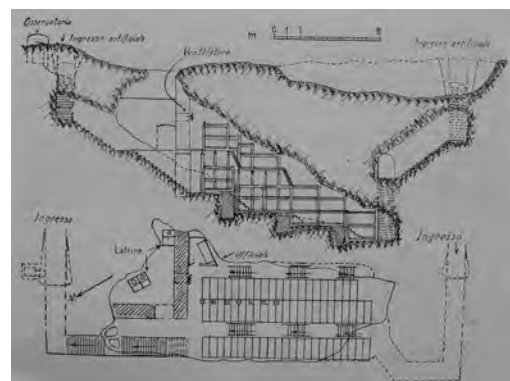


Fig. 6. Plan of a cave – living quarters of an Italian military troop.

Austrian and Italian, formed special detachments for exploring and adapting caverns for military purposes (Fig. 6) [17]. Some of cavers when in civil life, formed special detachment for exploring caves behind the front. Both, Austrian and Italian sides published special manuals how to arrange a cave for a military use.

Partisans used many caves but mostly sporadically. Headquarters, hospitals, and workshops often used well disguised caves in vicinity as hiding places when necessary, when enemy offensive was passing. There are few sad cases connected with such caves: partisans encircled in a cave and killed by hand grenades (Jama Na Okroglem near Kranj) or 15 patients killed by the same manner in a cave with vertical entrance, where they were transported from hospital during the Italian offensive in the Rog massive.

Well known is the example of a big shaft used for partisans' attack tactics. On March 1943 two partisan brigades met Italian special battalion Macerata. Partisans encircled Italians from the slope above them and forced them downhill where many of them fall into the large mouth of 60 m deep shaft. Italians had 106 fatal victims while partisans 5 only. This Battle at the Brezno (=Shaft) near Jelenov Žleb is considered as the first important success of our National Liberation Army during the 2nd WW [2].

After the 2nd WW, during the "Cold War" Postojnska jama was foreseen as an anti-nuclear shelter for the whole population of the Postojna community. Soon after the end of the war relatively large amounts of unused or inappropriate ammunition were deposited as a waste in some caves. In some cases (gas grenades) it was proved to be dangerous for karst water pollution. Special "cleaning" actions, extremely expensive, had to be taken to get rid of this ammunition. Some caves were later used by Yugoslav Army for storage.

Literature

1. Aichholzer, I., 1878: Eis als forstliche Nebennutzung. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen, IV, 23-25, Wien.
2. Ambrožič, L., 1990: Jelenov Žleb. Enciklopedija Slovenije, 4, 282-283, Ljubljana.
3. Bizjak, J. & Jamnik, P. & Oberstar, A., 2001: Arheološke prvine v kraških jamah Slovenije. Naše jame, 43, 118-127, Ljubljana.
4. Božič, Dragan et al., 1999: Zakladi tisočletij: zgodovina Slovenije od neandertalcev do Slovanov. Modrijan, 430 pp., Ljubljana.
5. Cevc, T., 1997: Davne sledi človeka v Kamniških Alpah. 107 pp., ZRC SAZU, Ljubljana.
6. Gams, I., 1982: Izraba jam v Sloveniji skozi stoletja. Naše jame, 23-24, 35-41, Ljubljana.
7. Gams, I., 2003: Kras v Sloveniji v prostoru in času. 516 pp., Založba ZRC, Ljubljana.
8. Habe, F. & Kranjc, A., 1981: Delež Slovencev v speleologiji. Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike, 5-6, 13-93, Ljubljana.
9. Habič, P., 1992: Ledena jama. In: Enciklopedija Slovenije, 6, p. 115, Ljubljana.
10. Halupca, E., 1998: Le meraviglie del Carso. 161 pp., Lint, Trieste.
11. Kogovšek, J. & Kranjc, A., 1992: Intenzivnost zakrasevanja v dolomitnem krasu (na primeru Lašč). Geogr. vestn., 64,9-18, Ljubljana.
12. Kranjc, A., 1982: Raziskovalec Franci Bar: jamska fotografija. Življenje in tehnika, 33, 9, 33-40, Ljubljana.
13. Kranjc, A., 1987: Un peu sur l'histoire de l'aménagement de Postojnska jama. Table ronde franco-polonaise, Abstracts et Compte-rendu, 20-23, Sosnowiec.
14. Kranjc, A., 1990: Dolenjski kraški svet. Dolenjska založba, 240 pp., Novo mesto.
15. Kranjc, A., 2002: The history of karst resources exploitation: an example of iron industry in Kranjska (Slovenia). Theoretical and Applied Karstology, 15, 117-123, Bucharest.
16. Kranjc, A., 2005: Zgodovina raziskovanja in poznavanja jam. In: Udin boršt, 59-63, Montebelluna.
17. Kranjc, A. & Panisset Travassos, L. E., 2009: O uso militar do carste ed as cavernas eslovenas. In: Programação e livro de resumos. 84-92, São Carlos.
18. Kranjc, A., & Panisset Travassos, L. E., 2011: Cavernas de fé e superstição : exemplos da Eslovênia. In: Panisset Travassos, L. E. Cavernas, rituais e religião. 213-226, Ilhéus Editus.

19. Nagel, J.A., 1748: Beschreibung deren auf allerhöchsten Befehl Ihro Röm. Kayserl. Und königl. Maytt. Francisci I., untersuchten in dem Herzogthum Crain befindlichen Seltenheiten der Natur. Nationalbibliothek, MS. N. 7854, 97 pp., Wien.
20. Nagode, 2002: Led v Veliki ledenici v Paradani - Ice in the Velika ledena jama v Paradani. Naše jame, 44, 106-112, Ljubljana.
21. Pretner, E., 1968: Živalstvo Postojnske jame. In: Bohinec et al. (Edit.) 150 let Postojnske jame, 59-78, Ljubljana.
22. Puc, M., 2000: Vilenica, zgodovina in opis kraške jame. 119 pp., Sežana.
23. Rjazancev, A., 1962: Bobovci Julijskih Alp (Bean-ore of Julian Alps). Železar Tehnična priloga, IV, 2, 1-13.
24. Savnik, R., 1968: Stopetdeset let turistične Postojnske jame. In: Bohinec et al. (Edit.) 150 let Postojnske jame, 19-35, Ljubljana.
25. Shaw, T. R., 1999: Proteus for sale and for science in the 19th century. Acta carsologica, 28, 1, 229-304, Ljubljana.
26. Stražar, S., 1994: Oj ta slamnik. Glasilo občine Domžale Slamnik, s.p., Domžale.
27. Valvasor, J. W., 1689: Die Ehre deß Herzogthums Crain. I. Th., 696 pp., Laibach – Nürnberg.

КУНГУРСКАЯ ЛЕДЯНАЯ ПЕЩЕРА В 1941-1945 гг.

Л.А. Долгих

Кунгурский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник
miladolgikh@yandex.ru

Кунгурская Ледяная пещера имеет богатейшую историю использования в качестве экскурсионного объекта. Туристско-экскурсионная деятельность в Кунгурской пещере не прекращалась и в годы Великой Отечественной войны.

В предвоенные годы Кунгурская Ледяная представляла собой достаточно крупный туристический центр и была единственной пещерой в стране, оборудованной для массовых экскурсий. С 1938 года она находилась в ведении Туристско-экскурсионного управления ВЦСПС [3]. В этот период был принят ряд мер, способствовавших улучшению обслуживания экскурсантов и повышению посещаемости. Значительно увеличился штат сотрудников пещеры (в 1940 году он состоял из 14 человек) [3]. Издавалась красочная рекламная продукция, предлагалась разнообразная познавательная программа. Проводились экскурсии не только по пещере, но и по Ледяной горе, по Кунгуру, читались лекции «для пополнения теоретических знаний в области геологии» [3, 6, 7]. В 1940 году на территории, прилегающей к пещере, были построены Дом туриста – гостиница на 60 мест - и столовая, обслуживавшие экскурсантов. Посещаемость пещеры в 1940 году составила 23000 человек (с 1925 по 1935 г. она составляла в среднем 4000 человек в год) [3].

Успешное развитие туристической деятельности было прервано Великой Отечественной войной. Осенью 1941 года Туристско-экскурсионное управление ВЦСПС было упразднено, а все имущественно-материальные ценности были переданы Управлению госпиталями ВЦСПС. В Доме туриста разместился санаторий-интернат для эвакуированных детей, являвшийся одним из подразделений дома отдыха «Песчанка» [3]. Почти все сотрудники пещеры были уволены и призваны в армию. А.Т. Хлебников, не смотря на почтенный возраст, остался работать при Доме туриста и продолжал знакомить кунгуряков и гостей города с пещерой. Невзирая на трудности военного времени межобластное Управление госпиталей ВЦСПС, в ведении которого оказалась Кунгурская пещера, уделяло внимание экскурсионной и культурно-просветительной работе. Принимались меры по улучшению обслуживания посетителей подземного лабиринта. Приказом начальника Управления госпиталей ВЦСПС по Свердловской и Молотовской областям тов. Сиренко от 3 марта 1942 года «в целях обеспечения нормальных условий для посещения трудящимися Кунгурской Ледяной пещеры и более широкого привлечения экскурсантов» директор дома отдыха «Песчанка» Ю.Г. Герман получил распоряжение выделять

керосин для обслуживания экскурсий, обеспечить учет посетителей пещеры, завести при Доме туриста книгу отзывов и впечатлений экскурсантов [5]. Отмечалась необходимость «установить такой порядок продажи экскурсантам входных билетов в ледяную пещеру, чтобы обеспечить со стороны бухгалтерии дома отдыха надлежащий контроль за поступлением денежных сборов и соответствующие удобства для экскурсантов» [5]. Администрация дома отдыха «Песчанка» получила приказ освободить хранителя Ледяной пещеры и экскурсовода А.Т. Хлебникова от всех других обязанностей по Дому туриста и предоставить в распоряжение тов. Хлебникова и экскурсантов одну изолированную комнату в нижнем этаже Кунгурского Дома туриста с отдельным ходом. Также было поручено «принять меры как по линии дома отдыха, так и по линии Кунгурских директивных организаций для обеспечения надлежащих бытовых условий экскурсовода тов. Хлебникова» [5]. Однако в условиях военного времени не всегда удавалось осуществить мероприятия по повышению уровня экскурсионного обслуживания и увеличению посещаемости. Остро ощущалась нехватка средств на содержание пещеры и экскурсионной базы. Особенно трудными были первые годы Великой Отечественной войны.

Летом 1942 года в Кунгур был направлен отряд Экспедиции особого назначения Академии наук СССР. Возглавлял его научный сотрудник Палеонтологического института Академии наук СССР, ученый секретарь секции земной коры Всероссийского общества охраны природы Р.Ф. Геккер. Основной задачей этого отряда было изучение ископаемых мшанково-водорослевых рифов в окрестностях ст. Чикали [1]. Помимо этого члены отряда ознакомились с состоянием Кунгурской Ледяной пещеры, Кунгурского музея и создаваемого Сылвенского заповедника. Результаты обследования были изложены начальником отряда ЭОН Р.Ф. Геккером и старшим научным сотрудником отряда ЭОН В.А. Крыловым в письме от 10 июля 1942 года, адресованном академику-секретарю отделения геолого-географических наук АН СССР, академику В.А. Обручеву и председателю секции земной коры ВООП, академику А.Е. Ферману. В этом послании, сообщалось о неудовлетворительном состоянии Кунгурской Ледяной пещеры – исчезновении крупных кристаллов изморози, обилии надписей на стенах гротов и загрязнении копотью, отсутствии постоянного надзора за состоянием безопасности экскурсионного объекта. Также были изложены предложения сотрудников отряда ЭОН и активистов Кунгурской ячейки ВООП по устранению недостатков и улучшению работы пещеры. В письме отмечалось: «Пещера открыта для экскурсий 6 раз в неделю в рабочее время, посещаемость небольшая, преобладают экскурсии из госпиталей. Их обслуживает т. Хлебников в единственном числе (раньше у него имелись помощники). Завхоз бывшей экскурсионной базы в числе других обязанностей обслуживает комнату хранителя пещеры. Материальное положение и продовольственное обеспечение тов. Хлебникова тяжелое: жалуется на общую слабость и ухудшение зрения. Зарплату он получает по линии Госпитального управления, через указанный интернат, дирекция которого (директор – Ю.Г. Герман) помещается в доме отдыха «Песчанка» по р. Сылва выше г. Кунгура. По сообщениям директора Интерната пещера приносит денежный ущерб» [4].

С началом наступательных операций советских войск, сопровождавшихся освобождением оккупированных территорий нашей страны, обстановка в тылу изменилась в лучшую сторону. Посещаемость пещеры в этот период значительно увеличилась. В 1944-1945 годах число экскурсантов могло достигать до двух тысяч человек в месяц [2]. Постоянными посетителями по-прежнему были выздоравливающие бойцы Красной армии, лечившиеся в кунгурских госпиталях, и эвакуированные в Кунгур рабочие и служащие, а также солдаты и офицеры местного гарнизона. Обычны были посещения пещеры жителями Перми. Приезжали туристы и из других областей. Основными экскурсантами были школьники и студенты [2]. В одном из апрельских номеров газеты «Пионерская правда» за 1945 год была опубликована большая статья – увлекательный рассказ о поездке в Ледяную пещеру группы юных краеведов – учащихся 66-й школы Свердловска [9].

Среди отчетов об экскурсионной деятельности пещеры сохранились сведения о записях в книге отзывов за 1944-1945 годы. Впечатлениями от увиденного поделился гвардии генерал-майор Тиханов, написавший 21 сентября 1944 года: «Ознакомились с гротами при помощи

товарища Хлебникова. Это помогло нам расширить свои понятия о геологических особенностях «старушки Земли» [2]. «Имели огромное удовольствие видеть замечательное явление природы», – так отзывалась о пещере группа лейтенантов, побывавших в подземных чертогах в мае 1945 года [2]. Не менее лестные высказывания оставили студенты вузов Перми и Кирова, художники из Горького, пионеры Кургана и Свердловска, военнослужащие, пермские рабочие, колхозники села Кишерть, артисты государственного цирка и ученые из Москвы. Эти отзывы явились высокой оценкой профессиональной деятельности Александра Тимофеевича Хлебникова.

Признанием заслуг А.Т. Хлебникова стала медаль «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.», врученная экскурсоводу в 1947 году [8].

Литература

1. Долгих Л.А. Отряд экспедиции особого назначения в Кунгуре // Малые Грибушинские чтения – 2010. Тезисы докладов и сообщений историко-краеведческой конференции, посвященной 65-летию Победы в Великой Отечественной войне (1941 – 1945 гг.). – Пермь, 2010. – С. 80 – 83;
2. КГА. Ф. 450. Оп. 1. Д. 152. Л. 1 – 2.
3. КИАХМЗ. Докладная записка Исполкома Кунгурского городского Совета депутатов трудящихся. 1948.
4. КИАХМЗ. Копия письма членов отряда ЭОН В.А. Обручеву и А.Е. Ферсману. 1942.
5. КИАХМЗ. Копия приказа начальника Управления госпиталей ВЦСПС по Свердловской и Молотовской областям. 1942.
6. КИАХМЗ. Реклама Кунгурской ледяной пещеры. 1939.
7. КИАХМЗ. Справка Л.Н. Лелюхова. 1941.
8. КИАХМЗ. Характеристика на А.Т. Хлебникова. 1948.
9. Путешествие в Ледяную пещеру // Пионерская правда. – 1945. – 17 апр.

ЭККУРСОВОД ОБ ЭККУРСОВОДЕ. О РАБОТЕ ПЕРВОГО ЭККУРСОВОДА А.Т. ХЛЕБНИКОВА

О.А. Катыгина

ООО «Сталагмит-Экскурс», 617470, Пермский край, с. Филипповка, Кунгурская Ледяная пещера

В мае 1914 года на территории Российской Империи произошло знаменательное событие – кунгурский мещанин Александр Тимофеевич Хлебников взял пещеру в аренду у земства, чтобы развивать в ней массовый туризм. Это было настолько необычным занятием для частного предпринимателя того времени, что мало кто верил в успех. Над ним смеялись, называя его «чудаком».

Александр Тимофеевич происходил из очень известной в Кунгуре семьи. Один из его предков – Иван Хлебников – возглавил оборону города от пугачевских войск. Другой – двоюродный дед Кирилл Тимофеевич Хлебников – был известным путешественником, ученым, администратором русских владений в Северной Америке. По его примеру А.Т. Хлебников также отправился путешествовать через Сибирь, Приморье и Японию, его путь лежал в США. Возможно, что именно там ему пришла в голову мысль обустроить и использовать для экскурсий Кунгурскую Ледяную пещеру. Пещерный туризм в США в то время был уже хорошо развит. В Америке он побывал в знаменитой Флинт – Мамонтовой пещере. Она произвела на него неизгладимое впечатление, т.к. является самой большой пещерой в мире, ее протяженность составляет 580 км. Вернувшись домой из путешествия, в 1909 году Хлебников приступил к осуществлению своей мечты.

В 1914 году он взял в аренду пещеру у местной общины крестьян за 300 рублей сроком на 12 лет. С мая 1914 года дальнейшая жизнь Хлебникова оказалась связана с пещерой.

После подписания договора он с энтузиазмом принялся за работу. Александр Тимофеевич расчистил вход в пещеру и тропы в гротах. Стал издавать рекламные проспекты и афиши, приглашавшие посетить «мировую редкость – грандиозную ледяную пещеру». Предприимчивый арендатор стремился предоставить «всевозможные удобства для экскурсий и посетителей». При пещере имелось «теплое помещение», где можно было получить молоко, яйца и домашний хлеб, «специальные туристические костюмы, чехлы на верхние платья и обувь», а также приобрести «описание и план, фотографические снимки пещеры». На кунгурском вокзале в помещении 1 класса «граждан, проезжающих мимо станции Кунгур» встречал «в особой форме курьера проводник до пещеры», и желающих познакомиться с «дивным произведением природы» провожал до пещеры. Сам же Хлебников поселился недалеко от пещеры, в селе Филипповка. К нему было принято заходить в любое время дня и ночи. В XX веке «дорога к пещере» стала широко известной и популярной. В течение полувека он неустанно заботился о превращении пещеры в экскурсионный центр. Широкая реклама и качественное обслуживание посетителей сразу же привлекли туристов.

В советский период, благодаря стараниям А.Т. Хлебникова, при пещере была создана экскурсионная база с общежитием для гостей, проведены работы по благоустройству экскурсионных троп, приняты меры по охране уникального природного объекта.

Именно А.Т. Хлебников, будучи первым экскурсоводом и хранителем пещеры, открыл таинственный мир пещеры миллионам туристов России и мира. Именно этот скромный человек утверждал, что пещеры являются местом откровения, способным, если не приоткрыть, то хотя бы обозначить парадоксы времени, которые тщетно пытается постигнуть человек на всем протяжении своей истории. История посещения подземного мира – это 100-летняя история не только геологических открытий, но, прежде всего, воспитания человеческой души.

Что же удивляло, запоминалось, чем восхищались туристы, когда экскурсии проводил А.Т. Хлебников? Вот запись 1948 года студентов Ивановского пединститута: «Гостеприимство, душевный прием останутся с нами на всю жизнь». Их в час ночи на вокзале встретил племянник Александра Тимофеевича - Виктор Михайлович Хлебников. До базы они шли пешком. Для гостей были затоплены печи, организовано питание. За чаем А.Т. Хлебников рассказывал о путешествии в Америку, а в 7 часов утра началась подземная сказка.

А вот одна из последних записей - Ларисы Васильевой, современной российской писательницы - в книге отзывов 2013 года уже о современных экскурсоводах: «Радушный и теплый прием согрел меня в холодной пещере». Радушие и гостеприимство, заложенные когда-то Хлебниковым, остаются главными составляющими нашей работы и сегодня.

Особое отношение было в пещере к детям: «Было страшно, но все страхи забылись, когда к нам пришел дедушка Хлебников». Хлебников понимал, насколько важна эта аудитория. Завлечь и повести по этому сказочному миру детей, привлечь своим рассказом их к дальнейшему познанию природы.

А.Т. Хлебников сам составлял тексты экскурсий, выстраивал логику изложений, собирал исторические сведения. Еще до войны он вел переписку с учеными центральных институтов, заставляя, убеждая их приехать в пещеру, чтобы начать ее изучение. Ему было важно понять, как функционирует загадочный подземный мир, как образуются льды, как движутся потоки холодного и теплого воздуха, как в вечной темноте подземелий вода год за годом, тысячелетие за тысячелетием строит новые гроты. Но самое главное – он умел раскрыть глаза посетителей на таинственный мир пещеры, добиваясь понимания и восхищения увиденным. Это – подвиг души, и его он передавал, как наставник своим племянникам: Валентине Хлебниковой и В.М. Хлебникову – экскурсоводам Кунгурской Ледяной пещеры.

1949 год – это время начала научных исследований пещеры. Рядом с пещерой появилось учреждение, подчинявшееся МГУ – Уральский филиал комплексной научно-исследовательской карстово-спелеологической станции. Возглавили его молодые ученые Я.П. Щур и В.С. Лукин. Именно эти энергичные люди составили первые научно-популярные тексты экскурсий. С их подачи началась популяризация основ геологических знаний в процессе экскурсионной деятельности. До настоящего времени опорой для написания экскурсионного текста по любой тематике служит научная литература. Для нас, современных экскурсоводов, чрезвы-

чайно ценной является фраза, записанная Щуром в «Книге внутренних распоряжений» того времени: «... Без постоянного обновления знаний, без рефлексии о проделанной работе, без интереса к знаниям не может быть экскурсовода, а пока - только проводник».

Но, несомненно, что основы научно-популярного и занимательного путешествия были заложены Хлебниковыми, которые работали, не считаясь с выходными, личным временем, а нередко и временем суток, часто и без адекватной оплаты своего труда.

А.Т. Хлебников продолжал работать в пещере и в годы Великой Отечественной войны. Все сотрудники пещеры ушли на фронт. Благодаря энтузиазму и самоотверженной деятельности Александра Тимофеевича, «пещера продолжала жить, и ею интересовались». В военное время пещеру посещали до 2-х тысяч человек в месяц. Восторженные отзывы о путешествии в пещере того времени явились высокой оценкой профессиональной деятельности Хлебникова. Признанием заслуг Александра Тимофеевича стала и медаль «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.»

И это была не единственная награда Хлебникову за его работу в пещере.

«За любовь к своему делу», «За служение чуду природы», «За прикосновение к тайне», «Любовь к пещере (с большой буквы)» - в записках 1951 года хвалебной одой его деятельности звучат сотни благодарностей.

Да, сегодня Кунгурская Ледяная пещера другая. В последние годы ее образ дополнительно расцвечивается целым рядом легенд, мифов, сказок, обогащая тем самым внутреннее содержание туристического ресурса. В пакет предложений предприятия, помимо стандартной экскурсии, входит с 2008 года маршрут по лабиринту с элементами экстрима и демонстрацией лазерного шоу. В парке у входа выросла «деревня Ермака», а скромную «базу» по приему туристов давно заменил туристско-развлекательный комплекс «Сталагмит». Все это прекрасно, но для нас важно другое. Нам необходимо не утратить, в первую очередь, душевное отношение к людям, приезжающим в пещеру за тысячи километров, главным для экскурсовода должно быть «очаровать их пещерой», будь они хоть из Москвы, хоть из глухой деревни. С высочайшей степенью ответственности и самоотдачи работают сегодня большая часть экскурсоводов. Да, теперь другие времена, но мы всегда будем помнить, и восторгаться тем, как беззаветно служили пещере люди в не так уж и далекие годы.

ИССЛЕДОВАНИЯ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ В РАБОТАХ Г.А. МАКСИМОВИЧА

О.Ю. Мещерякова

Естественнонаучный институт Пермского государственного университета, г. Пермь, Россия
614990, Россия, г. Пермь, ГСП, ул. Генкеля, 4, mng@psu.ru, nmax@psu.ru
тел. 8 (342) 239-67-48, факс 8 (342) 233-19-13

В мае 2014 г. исполняется 110 лет со дня рождения выдающегося советского ученого Георгия Алексеевича Максимовича, яркого представителя геологической науки XX века. Профессор, доктор геолого-минералогических наук, Г.А. Максимович был почетным членом Географического общества СССР, награжден двумя золотыми медалями – имени Ф.П. Литке и VI Международного спелеологического конгресса, основал первое советское периодическое издание по карсту и первый в СССР специализированный Институт карстоведения и спелеологии. После смерти Г.А. Максимовича прошло достаточное количество лет, но его работы и исследования не теряют своей актуальности.

О значении его в мировой науке говорит, например, такой факт, что в фундаментальном издании «Энциклопедия спелеологии и карстоведения» под редакцией Дж. Ганна отмечены девять ученых, внесших наибольший вклад в изучение карста, среди которых СССР и Россию представляет только Г.А. Максимович [15].

За заслуги в развитии спелеологии именем Г.А. Максимовича названы четыре пещеры: две на Урале и по одной в Украине и в Казахстане, четыре грота и галерея в пещерах Красноярском и Пермском краях, Архангельской области и Западной Виргинии (США).

Он проводил разнообразную научную, педагогическую и организационную деятельность в области наук о Земле, однако наиболее значимый вклад он внес в исследование карста и пещер, большое количество статей было посвящено Кунгурской Ледяной пещере, изучение которой Георгий Алексеевич начал с 1934 г. В 1935 г. под его руководством проводились исследования по определению поглощения воды в Ледяной пещере.

В 1939-1940 годах Георгием Алексеевичем изучался лед пещеры, который, по его данным, имеет гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый состав и минерализацию – 44,1 мг/л. В Кунгурской пещере была изучена кора оледенения; в одном гроте в верхней части наледи им был установлен сульфатно-кальциево-гидрокарбонатный солоноватый лед, а в нижней – пресный [7]. Помимо этого наиболее обстоятельно изучены колебания относительной влажности и температуры воздуха в Кунгурской Ледяной пещере. Многолетние исследования показали, что по температурному режиму пещера состоит из трех частей: передней холодной, переходной и дальней теплой.

В другой работе [8] показано наличие в Кунгурской Ледяной пещере четырех этажей, которые соответствуют основаниям эрозионных ступеней р. Сылвы, хотя до этого пещера считалась одноэтажной. Данные бурения и исследования автора позволили установить, что первый этаж формируется в настоящее время – поток карстовых вод, сообщающихся с озерами, выносит растворимые вещества – этаж находится ниже посещаемой части пещеры. Второй этаж характеризуется плоскими сводами потолков. Это главным образом гроты близ входа в пещеру. Третий этаж виден в гроте Дружба Народов через органную трубу. Своды гротов этого этажа арочные, полукруглые. Дальние высокие гроты представляют соединения второго и третьего этажей. Цементированная каменная осыпь пола третьего этажа видна в потолке и стенках грота Морское дно. Четвертый этаж, по данным буровой скважины, находится в стадии дряхлости. Он заполнен принесенным с поверхности материалом, продуктами обрушения сводов, которые цементированы гипсом [11].

Большое внимание уделено изучению состава воды озер Кунгурской пещеры, который обусловлен приуроченностью ее к гипсам и ангидритам. Воды здесь сульфатно-кальциевые, причем минерализация достигает 2,17 г/л.

Значительная часть жизни Георгия Алексеевича была связана с карстом и пещерами, им опубликовано значительное количество работ по данной тематике, он являлся постоянным участником и организатором спелеологических и карстологических конференций, конгрессов и съездов. Благодаря его усилиям, 26-31 января 1947 г. кафедра динамической геологии и гидрогеологии Пермского государственного университета, основателем которой он являлся, проводит Вторую Всесоюзную карстовую конференцию. Здесь были представлены крупнейшие научные центры СССР, заслушаны 48 докладов, отличающихся разнообразием тематики.

С 1947 г. впервые в СССР Георгий Алексеевич начинает читать студентам геологического факультета лекции нового курса «Карстование». В этом же году по инициативе Г.А. Максимова выходит в свет первое периодическое издание по карсту «Спелеологический бюллетень», а в 1961 г. – сборник «Пещеры», являющийся его продолжением. «Пещеры» становятся главным печатным органом спелеологии и получают широкое признание как в СССР, так и за рубежом. Основные статьи сборника реферируются в спелеологических библиографических изданиях, а некоторые полностью переводятся и публикуются в зарубежных изданиях. Сборник пользуется огромной популярностью среди спелеологов и карстоведов [12].

Одним из главных трудов Г.А. Максимова и вехой в истории развития карстоведения стала монография «Основы карстования» в двух томах (1963-1972 годы) [9], получившая огромное количество положительных отзывов. Например, академик Д.И. Щербаков назвал автора книги – «крупнейшим специалистом в этой области».

В 1948 г. на базе пещеры при участии Г.А. Максимова в Пермском крае организована карстово-спелеологическая станция. Сейчас это Кунгурский лаборатория-стационар ГИ УрО РАН, главной задачей которого является изучение и исследование Кунгурской Ледяной пещеры.

Прошло 35 лет со дня смерти Георгия Алексеевича, но до сих пор его работы по спелеологии широко используются и цитируются в российской и зарубежной литературе [9, 10].

Современные ученые чтут его память, так, например, в январе 2004 г. сотрудниками Пермского государственного национального исследовательского университета Н. Н. Паньковым и Н. В. Паньковой подвид рачок-троглобионтный бокоплав *Crangonyx chlebnikovi maximovitshi* из Кунгурской Ледяной пещеры назван в честь Г. А. Максимовича. Ряд научных статей посвящены ему и его деятельности, связанной с Кунгурской Ледяной пещерой [1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14, 16, 17]. Также в одном из гротов установлена мемориальная доска наиболее значимым исследователям пещеры, среди которых имя Георгия Алексеевича.

Знаменательно, что настоящая конференция проходит в день 110-ой годовщины со дня рождения Георгия Алексеевича Максимовича, выдающегося ученого, основателя научной школы, корифея спелеологии.

Литература

1. Гаев А.Я., Минькевич И.И. Георгий Алексеевич Максимович (1904-1979) // XX век – личности и школы в инженерной геологии СССР и России: Тр. науч. конф. – М., 2000. – С. 319-322.
2. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. Г.А. Максимович – крупнейший карстовец XX века // XX век – личности и школы в инженерной геологии СССР и России: Тр. науч. конф. – М., 2000. – С. 64-65.
3. Дублянский В.Н., Кадебская О.И. 300 лет исследований Кунгурской ледяной пещеры // Кунгурская ледяная пещера. 300 лет научной и туристической деятельности: Материалы Международ. науч.-практ. конф. – Кунгур, 2003. – С. 12-40.
4. Дублянская Г.Н. Г.А. Максимович и Кунгурская ледяная пещера // Кунгурская ледяная пещера. 300 лет научной и туристической деятельности: Материалы Международ. науч.-практ. конф. – Кунгур, 2003. – С. 121-124.
5. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Г.А. Максимович и современная спелеология // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах. – Пермь, 1988. – С. 6-11.
6. Костарев В.П. Нестор карстоведения // XX век – личности и школы в инженерной геологии СССР и России: Тр. науч. конф. – М., 2000. – С. 66-67.
7. Максимович Г.А., Кобяк Г.Г. Характеристика льда Кунгурской пещеры // Доклады АН СССР, 1941. – Т. 31. – № 5. – С. 478-481.
8. Максимович Г.А. Кунгурская ледяная пещера // Доклады Перм. карст. конф. – Пермь, 1947. – С. 3.
9. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Т. 1: Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста / Перм. ун-т. Пермь: Кн. изд-во, 1963. – 444 с.
10. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Т. 2: Вопросы гидрогеологии карста, реки и озера карстовых районов, карст мела, гидротермокарст / Перм. ун-т. Пермь: Кн. изд-во, 1970. – 529 с.
11. Максимович Г.А. Основные стадии развития многоэтажных горизонтальных карстовых пещер в известняках и гипсах // Dritter Internationaler Kongress fur Spel'ologie. Wien, 1963. – Band II. – S. 85-90.
12. Максимович Е.Г., Максимович Н.Г., Катаев В.Н. Георгий Алексеевич Максимович. – Пермь: Изд-во «Курсив», 2004. 512 с. (Ученые Пермского Университета).
13. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Роль Г.А. Максимовича в развитии научной спелеологии // Спелеология и карстология. – 2009. – № 2. – С. 5-10.
14. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Геологические, гляциологические, климатические, биологические исследования в пещерах: Вклад Г.А. Максимовича в развитие научной спелеологии // Пещеры: охрана, история исследований, культура, туризм, современное состояние и перспективы научных исследований в пещерах на территории бывшего СССР: материалы науч.-практ. конф. сб. науч. тр. – Красноярск, 2009. – С. 8-12.
15. Gunn J. (ed.). Encyclopedia of caves and karst science. – New York – London: Fitzroy Dearborn, 2004. – 902 p.
16. Шимановский Л.А., Шурубор А.В. Георгий Алексеевич Максимович – основатель кафедры динамической геологии и гидрогеологии // Проблемы гидрогеологии и карста: Тез. докл. науч.-техн. семинара. – Пермь, 1984. – Ч. 1. – С. 16-19.

17. Шурубор А.В. Работы Г.А. Максимовича по вопросам морфологии и эволюции пещер // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах. – С. 105-109.

ОТКРЫВАЯ СТАРЫЕ ТЕТРАДИ

Н.Н. Козлова

ООО «Сталагмит-Экскурс», 617470, Пермский край, с. Филипповка, Кунгурская Ледяная пещера

Период работы экскурсионного бюро Ледяной пещеры хорошо освещен, начиная с 80-х годов XX века. А как проходило становление коллектива экскурсоводов, какие главные события остались в истории профессии и кто сохранял традиции А.Т. Хлебникова? Эти вопросы фактически не затронуты в статьях.

1 октября 1969 г. постановлением Центрального Совета по туризму и экскурсиям в г. Кунгуре было создано экскурсионное бюро. Его первым директором стала Галина Николаевна Никитина. Её знакомство с пещерой произошло в восьмилетнем возрасте. Отец Г.Н. Никитиной был близко знаком с потомственным экскурсоводом В.М. Хлебниковым. В памяти от первого посещения осталось немного: ледяная катушка между Бриллиантовым и Полярным гротами, скользкая глинистая тропа с лужами. Всё внимание девочки было сосредоточено на свечке, которую держала в руке, боясь, что огонь погаснет. Других воспоминаний не осталось. Прошли годы, и вот однажды, прочитав объявление о приеме на работу, Галина Николаевна была принята экскурсоводом и лаборантом в Кунгурский стационар–лабораторию УфАН СССР. Ровно через два дня, выучив текст экскурсии, составленный Е.П. Дорофеевым, Галина Николаевна самостоятельно провела первую экскурсию. В 1967 г. при стационаре был создан экскурсионный отдел, на постоянную работу были приняты Л.М. Смёткина, С. Колосова, Л.И. Крапивин. Оплата труда составляла 80 рублей. Экскурсии проводили по графику, в свободное время читали литературу в библиотеке стационара. Семьям экскурсоводов было предоставлено жильё на территории у пещеры в одноэтажном деревянном здании, которое А.Т. Хлебников использовал как гостиницу (до наших дней не сохранилось). Экскурсии в пещеру, как и во времена Хлебникова, проводились круглосуточно. Связь с городом была затруднена, сотрудники, проживающие в городе, добирались до работы пешком, по берегу вдоль реки Сылвы, затрачивая на это 2 часа. И лодочная переправа через реку была большим подспорьем как для них, так и для туристов. На месте современного туркомплекса «Сталагмит» было картофельное поле, огороды и волейбольная площадка. 17 сотрудников пещеры жили, словно одна большая семья, всех объединяла работа, увлечения походами, спелеотуризмом. С молодым задором убедили администрацию стационара в необходимости водить по 4-7 человек в заозёрную часть пещеры (за грот Хлебниковых), в то время недоступную для массовых экскурсий. Многие университеты и институты СССР включали в учебный курс практику по геологии в Кунгурской пещере. Молодые экскурсоводы (Смёткина, Колосова, Кондратова) становятся настолько популярны у требовательных студентов, что приходится заводить специальный журнал заявок. Экскурсоводы работали по сменам, первая начиналась в 7 часов утра, вторая – в 14-00. Приведу случай из экскурсионной работы Г.Н. Никитиной: «Весной 1968 года на практику в пещеру приехали студенты из Узбекистана, Армении, Свердловска. Группы были по 70 человек, и в гроте «Дружбы Народов» погас свет. Пока искали свечи, студенты устроили концерт, у кого-то были гитары, и в тишине зазвучали аккорды, пели на разных языках, пели русские и советские песни. И, даже когда включили свет, концерт продолжался. Наша работа была праздником, ежедневным, почти круглосуточным трудом-праздником». В те же годы в парке у пещеры каждое лето разбивали палаточный лагерь, где жили научные сотрудники, студенты. При экскурсионном отделе создаётся секция спелеологов. Любимым отдыхом для семей экскурсоводов была рыбалка, посиделки у костра, уха. Зимние запасы хранили в пещере. Картофель и овощи в гроте Руины, соленья, варенья в гроте Полярном, кастрюли с мясом в ларях в Бриллиантовом гроте. Рано утром сотрудники поднимались на гору и соби-

рали вёдрами клубнику, маслята, опята. Часто приходилось тушить пожары, которые возникали от недобросовестных «любителей природы».

В 1979 г. газета «Искра» публикует юбилейную страницу, посвященную экскурсионному бюро. В колонке достижений директор А.М. Теклюк сообщил о том, что в 1970 г. охвачено экскурсиями было 146 тысяч человек, а в 1978 г. – уже 405 835 человек. Были разработаны экскурсии «Кунгур в пятилетках», «Конституция в действии», «И подвиг их светить нам будет вечно», «Город твоей юности». Облагорожена территория, прилегающая к Ледяной пещере, проведен ряд мероприятий по благоустройству экскурсионных маршрутов, построена асфальтовая дорога из города до пещеры. Назвав город Кунгур туристским, А.М. Теклюк призвал жителей встречать туристов с по-настоящему русским гостеприимством. Энтузиастами были названы экскурсоводы В.В. Сарапульцева, В.И. Рудакова, А.Г. Батурина, С.И. Лавриненко, Л.В. Дуркина, которые каждый выходной, забывая о своём отдыхе, организуют отдых других, выезжают на маршрут выходного дня. Много слов благодарности от туристов Советского Союза прозвучало в те годы в адрес экскурсоводов пещеры Л.С. Михеевой, Л.С. Леденцовой, Р.А. Касимовой. Спасибо всем экскурсоводам, кто работал хотя бы даже месяцы в Кунгурской пещере! По опыту собственных исследований и опросов знаю, что даже один месяц работы в этом необыкновенном месте остаётся в личной памяти человека на всю жизнь.

ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭКСКУРСИИ В КУНГУРСКУЮ ЛЕДЯНУЮ ПЕЩЕРУ

И.Л. Вольхин

Пермский государственный национальный исследовательский университет

В настоящее время в России возрастает интерес к истории, что проявляется в частности в возросшем числе проводимых реконструкций исторических событий. Он возрастает не только на федеральном, но также и на региональном уровне. Юбилеи существенно повышают интерес к воссозданию событий и предоставляют великолепную возможность для проведения исторических реконструкций. Одним из таких событий регионального уровня является 100-летний юбилей начала регулярного экскурсионного использования Кунгурской Ледяной пещеры. В связи с этим возрастает интерес к исторической реконструкции оригинальной экскурсии, разработанной первым экскурсоводом А.Т. Хлебниковым.

Естественно, что за сто лет развития существенно изменилось все: архитектура города Кунгур, рельеф местности (появились защитные дамбы, мосты, дорожное полотно), изменился (в связи со строительством Камской ГЭС), гидрологический режим реки Сылва, существенно изменилась сама Кунгурская Ледяная пещера (новые входы, экскурсионная тропа, освещение, режим вентиляции), прилегающая к пещере территория и, что самое главное, изменились сами люди. Поэтому точная историческая реконструкция оригинальной экскурсии является неосуществимой, приходится находить баланс между достоверностью воспроизводства события и привносимыми элементами новизны. Работа по реконструкции в последние пять лет перешла в практическую плоскость и проводилась по нескольким направлениям:

1. Реконструкция части исторической тропы в Кунгурской Ледяной пещере (проводимая сотрудниками ОАО «Сталагмит» под руководством старшего экскурсовода Н.Н. Козловой) [1];

2. Экскурсии по Ледяной горе (обновленные в 2008 году при проведении 3-го Международного симпозиума по пещерам с ледяными образованиями, под руководством кандидата географических наук О.И. Кадебской);

3. Реконструкция маршрута по городу Кунгур и переправе через реку Сылва (выполненная на кафедре туризма Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ)) [2-5].

4. В дополнении к этому проведены мероприятия по увековечению памяти первого экскурсовода А.Т. Хлебникова: проведена реконструкция надгробного захоронения на город-

ском кладбище города Кунгур, установлена памятная табличка и будет открыт памятник перед входом в пещеру. Краеведами проводится работа в архивах города Кунгур и Пермского края.

Для выяснения интереса молодежной аудитории к экскурсиям в Кунгурскую Ледяную пещеру и окружающую территорию был проведен опрос молодежной аудитории в 2010-2011 годах [6,7]. Всего было опрошено 150 студентов ПГНИУ очной формы обучения и 50 студентов Пермского финансово-экономического колледжа, что составляет 2% от общего количества учащихся. Так же было опрошено 60 учащихся школы № 129 – около 5% от общего количества школьников. Результаты опроса приведены на рис. 1-4.

На основании обработки результатов опроса была разработана экскурсия, рассчитанная на молодежную аудиторию, по городу Кунгур, Ледяной горе и Кунгурской ледяной пещере, частично реконструирующая экскурсию А.Т. Хлебникова. Экскурсия рассчитана на активную молодежную аудиторию, которой недостаточно просто пройти по экскурсионной тропе и послушать рассказ экскурсовода. Она начинается с железнодорожного вокзала города Кунгур, затем проводится пешеходная экскурсия по городу Кунгур, переправа через реку Сылва, экскурсия по Ледяной горе, экскурсия в Кунгурскую Ледяную пещеру. В результате появилась комплексная историческая реконструкция маршрута экскурсии в Кунгурскую Ледяную пещеру, учитывающая интересы молодежи начала 21-го века. В табл. 1 приведен план экскурсии по городу Кунгур, Ледяной горе и Кунгурской Ледяной пещеры, составленный как рекомендовано в [8].

На рис. 5 показана космическая съемка г. Кунгур и Кунгурского района с нанесенным маршрутом экскурсии: красные точки – пешеходная экскурсия по г. Кунгур, желтый пунктир – переправа через р. Сылва, красный пунктир – пешеходная экскурсия на Ледяную гору. Маршрут экскурсии по Кунгурской ледяной пещере показан на рис. 6. Трансфер автобусом от туристического комплекса Сталагмит до железнодорожного вокзала совпадает с маршрутом городского автобуса и на картах не показан.

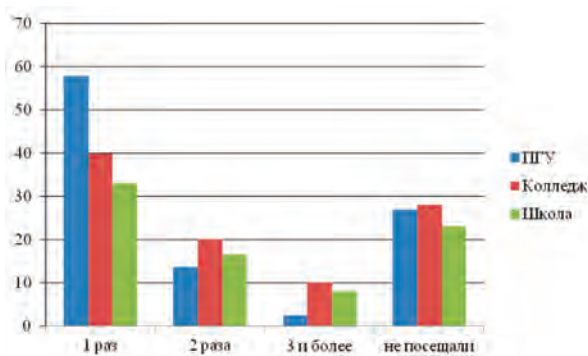


Рис. 1. Сколько раз посещали пещеру в % к числу опрошенных

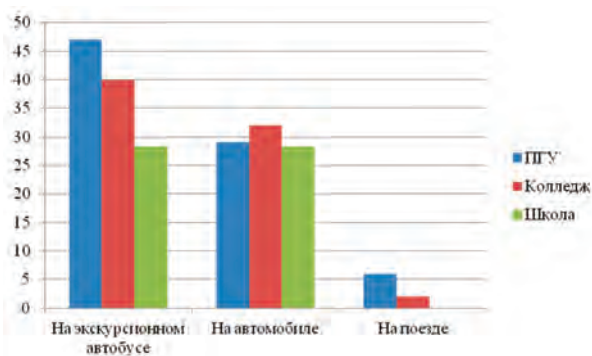


Рис. 2. Каким транспортом добирались до пещеры в % к числу опрошенных

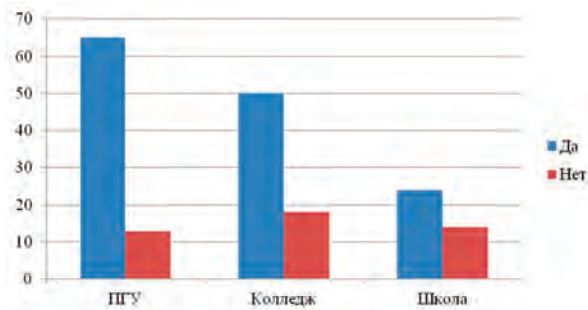


Рис. 3. Хотели бы посетить пещеру еще раз в % к числу опрошенных

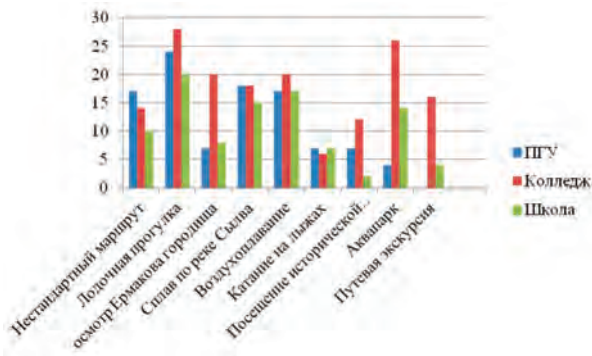


Рис. 4. Факторы заинтересованности в совершении повторного путешествия в % к числу опрошенных

Таблица 1

План экскурсии по городу Кунгуру, Ледяной горе и Кунгурской Ледяной пещере

Маршрут	Остановка	Объекты показа	Время	Наименование подтем и перечень основных вопросов	Организационные указания	Методические указания
Железнодорожный вокзал	Платформа или остановка автобуса	Железнодорожный вокзал.	10.35-10.45		Встреча группы. Организационное собрание.	Представиться. Рассказать о плане и продолжительности экскурсии.
Вокзал и привокзальная площадь	Привокзальная площадь	Привокзальная площадь и историческое здание вокзала. Памятник Ленину.	10.45-11.00	1. Функциональное назначение железнодорожных объектов: вокзал, водокачка, привокзальная площадь. 2. Памятник Ленину.	Группа располагается на обзорной точке на тротуаре напротив вокзала.	Использовать прием репортажа, рассказывая о вокзале и привокзальной площади.
Пешеходная экскурсия по городу Кунгур 2 км		Исторические улицы, здания и дома жителей города.	11.00-11.30	1. История города. 2. Кунгур купеческий. 3. Центр основных мировых религий.	Группа следует за экскурсоводом, совершая остановки у объектов показа.	1. Использовать прием репортажа, рассказывая об истории города, привлекая исторические факты и цифры. 2. Использовать фотографии из портфолио экскурсовода, рассказывая о Свято-Никольском храме.
Сплав с левого на правый берег реки Сылта 100 м		Панорама Ледяной горы	11.30-12.00	1. Река Сылта.	1. Инструктаж по технике безопасности на плассредствах. 2. Переправа должна быть заранее подготовлена.	1. Панорамный осмотр Ледяной горы. 2. Кратко рассказать о реке Сылта.
Пешеходная экскурсия по Ледяной горе 1 км	Ледяная гора	1. Ледяная гора. 2. Ермаково городище.	12.00-13.30	1. Ермаково городище, 2. Растительный и животный мир, 3. Карстовый рельеф.	Группа следует за экскурсоводом по тропе.	1. Видео и фотосъемка с панорамной точки. 2. Используя метод исторической реконструкции и материалы из портфолио экскурсовода рассказать о походе Ермака в Сибирь.
Обед	Ресторан гостиницы Сталагмит		13.30-14.30	1. Кулинарные особенности местной кухни.	Напомнить о необходимости взять теплые вещи, фото и видеоаппаратуру.	Сообщить о месте и времени начала экскурсии в пещеру.
Экскурсия в Ледяную пещеру 3 км	Кунгурская Ледяная пещера	1. Исторический вход. 2. Гроты. 3. Озера.	14.30-16.30	1. История формирования Кунгурской пещеры. 2. Гроты. 3. Озера. 4. Легенды и мифы.	Авторская экскурсия, нестандартный маршрут, сплав по большому подземному озеру.	Используя метод непосредственных наблюдений рассказать о гротах пещеры, соблюдая синхронность показа и рассказа.
Пикник	Берег р. Сылта	Деревня Ермака.	16.30-18.15	1. Кунгур - чайная столица. 2. Кунгурское гостеприимство.	Напомнить о необходимости собрать мусор.	Сообщить о месте и времени посадки в автобус.
Комплекс Сталагмит – ж.д. вокзал Кунгур	Проездом	р. Сылта.	18.15-18.45	1. Камнерезный промысел.	Автобусный трансферт на вокзал.	1. Каменный карьер. 2. Панорамный обзор р. Сылта с автомобильного моста.
Посадка в автобус или поезд.	Ж.д. вокзал Кунгур		18.45-19.00	1. Спектр экскурсий в Кунгуре и Кунгурском районе. 2. Событийный туризм.	Прощание с группой	Раздать рекламные материалы.

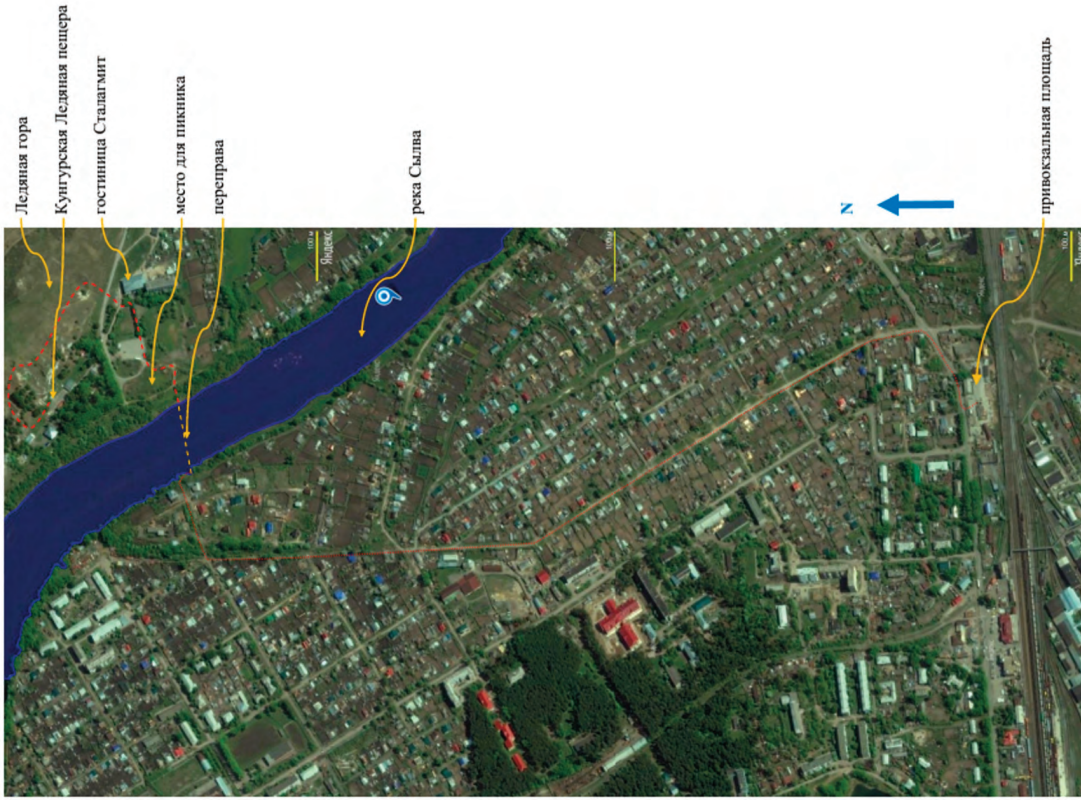


Рис. 5. Космическая съемка с нанесенным маршрутом экскурсии: красные точки – пешеходная экскурсия по г. Кунгур, желтый пунктир – переправа через р. Сылва, красный пунктир – пешеходная экскурсия по Ледяной горе



Рис. 6. Маршрут экскурсии по Кунгурской Ледяной пещере.

Апробация разработанной экскурсии была проведена при посвящении в студенты первокурсников кафедры туризма географического факультета ПГНИУ. Она прошла успешно, однако в ходе ее проведения были выяснены некоторые особенности подготовки и проведения экскурсии. На привокзальной площади выбрана первая панорамная точка располагается на противоположной от вокзала стороне площади. С нее открывается хороший вид на здание железнодорожного вокзала, водокачку и памятник В.И. Ленину (рис. 7а). Пешеходная часть экскурсии по городу Кунгур не имеет технических сложностей. Однако вследствие эклектического соединения деревянных построек конца 19-го начала 20-го веков, с более поздними строениями середины – конца 20-го века в начале и середине маршрута, а также небольших дачных построек с массивными строениями богатых новых русских в прибрежной зоне реки Сылва, целостность впечатления исторической реконструкции нарушается. При приправе через реку Сылва на правом берегу сохранилось историческое место переправы, отсюда открывается великолепный вид на Ледяную гору, расположенную на правом берегу реки Сылва (рис. 7б).



Рис. 7. Внешний вид: а – на привокзальную площадь; на переправу через реку Сылва с правого берега – б, с левого берега – в

В настоящее время река Сылва в районе обмелела, и суда при погрузке стоят на мели. На правом берегу реки мягкий глинистый грунт затрудняет причаливание, и выход на берег (рис. 7в). Поэтому при подготовке переправы необходимо сделать выносные мостки или использовать дополнительные катамараны в качестве дебаркадеров.

Рельеф местности на правом берегу реки изменился в связи со строительством водозащитной дамбы, однако наличие железобетонного лестничного пролета существенно упрощает подъем. С верха дамбы открывается вид на Ледяную гору и прилегающую к пещере территорию. Здесь рекомендуется сделать короткую остановку и рассказать о расположении туристских объектов на территории ОАО «Сталагмит».

На вершину горы лучше подниматься по пологому восточному склону со стороны туристского комплекса «Сталагмит». На плато расположены остатки земляного вала Ермака (рис. 8а), карстовые воронки (рис. 8б), растет лес (рис. 8в), и открывается великолепный вид на долину реки Сылва (рис. 9).



Рис. 8. На плато Ледяной горы: вал Ермака – а, карстовые воронки – б, лес – в

После спуска с Ледяной горы туристы обедают в ресторане гостиницы Сталагмит и отправляются на стандартную или эксклюзивную экскурсию в Кунгурскую Ледяную пещеру. Один

из вариантов маршрута продолжительностью 1 час 45 мин представлен на рисунке 6. Фотографии, сгруппированные вокруг схемы, иллюстрируют наиболее интересные элементы экскурсии. Одной из наиболее интересных нестандартных экскурсий является факельное шествие. Оно проводится один раз в год в Международный день туризма и в связи с юбилейными мероприятиями. Другие нестандартные варианты экскурсий требуют специального снаряжения и предполагают выход в заповедную часть пещеры, либо катание на лодках по Большому Подземному озеру. По специальному заказу возможна организация пикника в тайной комнате.



Рис. 9. Панорама г. Кунгур с вершины Ледяной горы

По окончании экскурсии в пещеру на берегу реки Сылва организуется пикник. Наиболее подходящим местом является поляна на территории туркомплекса вблизи водозащитной дамбы. Она оборудована столом, лавками и костровищем. Мангал можно взять напрокат. После окончания экскурсии туристы садятся на рейсовый автобус и едут на железнодорожный вокзал, где садятся в поезд или на междугородний автобус. Можно заказать автобусный трансферт от туркомплекса Сталагмит до Перми или другого населенного пункта.

В результате апробации установлено, что полная историческая реконструкция невозможна. С учетом результатов проведенных опросов разработана экскурсия, рассчитанная на молодежную аудиторию студентов и старших школьников с частичной реконструкцией оригинальной экскурсии А.Т. Хлебникова.

Литература

1. Козлова Н.Н., Наумкин Д.В. Профессия пещерного экскурсовода вчера и сегодня // Мир экскурсий. – 2013. № 3. – С. 69-73.
2. Volkhin I. Kungur Ice Cave as a tourist resource of Russia// Proceedings of The 3- International Workshop on Ice Caves. Kungur Ice Cave Russia, May 12-17, 2008. – P. 59–60.
3. Вольхин И.Л. Козлова Н.Н. Конюхов К.К. Конверсия рекреационного потенциала комплекса Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера в кинетику туристического движения/ Сб. тр. Междунар. науч. семинара. Туризм в глубине России. 19.07.2010. - 25.07.2010. – Перм. гос. ун-т: Пермь. 2010. – С. 85-90.
4. Вольхин И.Л., Смертина А.Е. Проектирование выездных практических занятий студентов кафедры туризма / Сб. тр. Междунар. Науч. Семинара. Туризм в глубине России. 19.07.2012. - 25.07.2012. – Перм. Гос. ун-т: Пермь. 2012. – С. 77-82.
5. Вольхин И.Л. Методика подготовки студентов кафедры туризма к прохождению летней туристской практики// География и туризм: сборник научных статей. – Пермь 2013. – С. 35-41.
6. Конюхов К.К. Экскурсионная деятельность в Кунгурской Ледяной пещере и Ледяной горе: Специфика и перспективы развития/ Дипломная работа. – Пермь 2010. – 100 с.
7. Воробьев А.И. Увеличение туристского потенциала туристического комплекса Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера/ Дипломная работа. – Пермь 2011. – 94 с.
8. Емельянов Б.В. Экскурсоведение: Учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений. – М: Советский спорт, 2007. – 213 с.

ОПЫТ ЛИТЕРАТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПО ВОПРОСУ ТУРИСТСКО-ЭКСКУРСИОННОГО ОСВОЕНИЯ ПЕЩЕР ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ (КОНЕЦ XIX – СЕРЕДИНА XX ВЕКА)

С.М. Баранов

Челябинское региональное отделение РГО, Челябинский клуб спелеологов «ПЛУТОН»

Известно, что первые исследования карстовых явлений и пещер на территории Челябинской области в её современных границах, были проведены учёными и путешественниками в течение второй половины XVIII века:

1. П.И. Рычков – первым из исследователей описывает пещеру (Игнatieвская) на реке Сим, высказывает предположение об её использовании как жилища, указывает на добычу в ней селитры для изготовления пороха и сообщает о подземном течении реки Сим. Затем он описывает две пещеры в долине реки Увельки, называя их Большая и Малая Коелгские (ныне известные нам как Казачий стан и Притон) и указывает на использование этих пещер старообрядцами-раскольниками в качестве подземных убежищ.

2. П.С. Паллас – лично осматривает и подробнейшим образом описывает две пещеры у Симского завода и пещеру в горе Ямазы-Таш (Игнatieвская), а также делает детальное описание места исчезновения реки Сим под землей, её подземного течения и места выхода поглощённых вод на поверхность. В пещерах на горе Жукова шишка и Ямазы-Таш обнаруживает звериные и человеческие кости, проводя, тем самым, первый археологический и палеонтологический опыт изучения пещер в России. Фиксирует наличие пещер в долинах рр. Юрюзань и Ай, первым из исследователей изучает Лаклинскую пещеру, приводит сведения о существовании пещер при устье реки Улуир и добычи в них башкирами «селитренной земли». Вновь, после Рычкова, но более подробно, на основании осмотра их студентом, участником экспедиции, Н. Соколовым, описывает две пещеры под новыми названиями Кичигинская (Казачий стан) и Иткульская (Притон) в долине реки Увельки, указывает на их использование староверами не только как убежищ от религиозных преследований, но и мест молитвенного служения.

3. И.И. Лепехин – первым из исследователей приводит сведения о существовании пещер в долине реки Багаряк и описывает пещеру у деревни Колпаковой (пещера Лепехина или Зотинская) на севере Челябинской области. Возможно, посещает пещеры в долине р. Ай (вероятно Кургазакскую и Аверкиеву яму). Первым из учёных правильно трактует процесс образования пещер в результате растворяющей деятельности подземных вод.

4. И.П. Фальк – вновь, но уже после Рычкова, Палласа и Лепехина, говорит о наличии в долинах рек Увельки и Багаряка (Синары, Исети) известняковых пород. Вновь, но очень кратко, описывает Большую и Малую Коелгские пещеры (пещера Казачий стан).

Таким образом, исследованиями этих учёных были затронуты западная - горнозаводская часть Челябинской области (долины рек Сим, Юрюзань, Ай), центральная (долины рек Коелга, Сухарыш и Увелька), а также северо-восточная часть области (долины рек Багаряк, Синара, Исеть). Их же усилиями впервые на территории Челябинской области было изучено и описано 6 пещер. Но главной, непреходящей заслугой Рычкова, Палласа, Лепехина, Фалька и Георги стало то, что они первыми из учёных выявили на Южном Урале наличие карстующихся осадочных пород и пещер и, тем самым, проложили дорогу для будущих значительных открытий в подземном мире Челябинской области.

После завершения Академической экспедиции Фалька и Георги (1772 г.) в последующие 100 лет никаких значительных и серьезных исследований карста и пещер Челябинской области нами не отмечено. Проведенный автором анализ доступных ему литературных источников уже XIX века показал, что все приводимые в них сведения о пещерах, как правило, берутся из опубликованных материалов XVIII века, сделанных Рычковым, Палласом, Лепехиным, Фальком и Георги. Одновременно, в отдельных публикациях XIX века начинает появляться новая тема в виде легенд, так или иначе, связанных с нашими пещерами. И лишь только в последней четверти XIX столетия мы начинаем встречать по-настоящему новые и интересные сведения о пещерах нашего региона.

На исходе XIX век. В Российской империи ведётся интенсивное строительство сети железных дорог – кровеносных сосудов государства. Принято решение о строительстве и уже начата прокладка пути грандиозной по масштабам, длине и трудностям трансконтинентальной железной дороги, которая должна пройти через всю Россию – от Москвы до Владивостока.

В 1890 году завершается строительство железнодорожного пути на самом сложном участке Трансуральской дороги от Уфы до Златоуста. В октябре 1892 года паровозные гудки разбудили сонную тишину уездного города Челябинска. А от него, в свою очередь, уже начата прокладка полотна Транссибирской железнодорожной магистрали к самому Тихому океану...

Теперь для того, чтобы пересечь всю нашу огромную страну от края до края в широтном направлении на поезде, нужно всего лишь полторы-две недели! Раньше же это можно было сделать только пешком или на лошадях, и на это уходили многие месяцы, если не годы... С появлением же железнодорожного транспорта появляются и новые, необычные для России люди – туристы, экскурсанты и путешественники. А вместе с ними (после их поездок) стали появляться написанные ими, под впечатлением увиденного в дороге, всевозможные путевые заметки и очерки. Один из таких очерков был обнаружен и привлёк наше внимание в книге *«Летописцы земли Уральской»*, изданной в Челябинске в 1997 году.

Итак, из неё мы извлекаем помещённую там статью некоего А.С. Невзорова *«Из поездки по Уралу и Приуралья (Рижский вестник. №51, 56. 1895 год)»*. В книге помещены путевые очерки автора, не один раз путешествовавшего по Уралу старыми дорогами на лошадях. Но сейчас он проехал от Москвы до Челябинска по только что построенной железной дороге и спешит поделиться с читателями своими яркими впечатлениями:

«... Вашему покорнейшему слуге пришлось проехать более чем по десятку раз по каждому из прежних маршрутов и раз по новому. Много удалось видеть и слышать любопытного: всего не перескажешь. Я позволю себе представить вашему благосклонному вниманию бледный очерк виденного, простой рассказ о личных впечатлениях...».

И далее автор красочно описывает свой путь от Уфы на Златоуст и упоминает о карстовых явлениях, просадках железнодорожного полотна на косогоре вблизи Уфы, говорит о 7-ми вёрстной пещере там же... А на странице 120 речь уже идёт о пещерах вблизи села Айлино нынешнего Саткинского района Челябинской области:

«... Пещеры не редкость на Урале. Две такие пещеры я лично посетил. Одна из них около почтовой станции «Айлины» (должно быть правильней – «Айлино») на Уфимском тракте, идущем к Златоусту. Дорога здесь круто спускается с горы к быстрой горной речке Ай местами не замерзающей (благодаря стремительной быстроте) даже зимой. На полдороге, в том самом месте, где с одной стороны поднимается к небесам отвесная огромная гора, а с другой стороны – падает обрыв до самых берегов Ая, и дорога суживается настолько, что едва-едва могут разъехаться две тройки, ямщик круто поворачивает на особую площадку и предлагает барину взглянуть на подземное озеро. Действительно, под указанной горой есть незначительный вход. Согнувшись, входите в него, через несколько шагов уже можно свободно держаться прямо и перед вашими глазами большое подземное озеро под землёй. Вода глубока и прозрачна. Вы долго следите за брошенным в воду камнем и, наконец, слышите звук, как камень падает на дно. Длина озера, по рассказам, 10 - 12 вёрст. Сверху нависли скалы, образующие гроты. Местами скалы стоят в виде колонн, спускающихся в воду. Рассказывают, что смельчак-башкир из соседней деревни переплыл это озеро на лодке, с факелом в руках. Говорят, по пути храбреца пускают и другие, привязавшись к берегу верёвкой, чтоб не заблудиться. Опасно это путешествие ещё и тем, что от сотрясения воздуха сверху сваливаются камни...».

Оставим на совести автора размеры этой пещеры. Но подчеркнём здесь особо, что это первое, из известных нам пока, сугубо туристских описаний красот и достопримечательностей Южного Урала. За ним в будущем последуют многие сотни и тысячи путевых заметок, очерков и описаний нашего Урала, в том числе, и о таинственных пещерах.

Совершенно особое место среди рассмотренных выше работ занимают *«Труды Оренбургской Учёной Архивной Комиссии» (выпуск IV, Оренбург, 1898 год)*. Осторожно возьмём в

руки и внимательно прочитаем пожелтевшие «**Протоколы заседаний комиссии**», помещенные в этих трудах:

«... Протокол № 11 очередного заседания 3 июля 1897 года.

... д) Решено пригласить учителей и воспитанников учебных заведений Оренбургской губернии, дабы они в каникулярное время не отказывались, если возможно, сделать описание курганов и пещер, находящихся в Оренбургской губернии, записав местонахождение, наименование и размеры, а также сказания и легенды, существующие об этих памятниках старины...».

Это, как мы сейчас понимаем, был призыв к учителям и воспитанникам учебных заведений Оренбургской губернии к началу некой краеведческой работы. А уже через несколько страниц мы видим результат проведённых работ:

«... Протокол № 15 заседания по случаю 10-летнего юбилея 9 декабря 1897 года.

9) Заслушав доклад войскового старшины Ф.А. Дерлюгова о собранных им, по поручению г-на председателя сведений: а) курганах, б) пещерах, в) коллекциях старинных предметов, г) старинных церковных вещей, д) старинных пушках – во время разъездов по третьему отделу Оренбургского казачьего войска. Из собранных г. Дерлюговым сведений оказывается:...

а)...

б) пещеры, имеются вблизи поселков Кичигинского и Кособродского. Они никем не исследованы...»

Здесь мы, вероятно, стоим у самых истоков широко распространившегося потом в России, в XX веке, в том числе и в советское время, движения по изучению родного края школьниками, учителями и другими слоями населения. Иначе ещё эту деятельность именуют краеведением. Вполне вероятно, что это самые первые призывы к проведению школьных краеведческих походов и экспедиций по изучению природы и истории родного края на всей территории тогдашней Российской империи. А также берем на себя смелость предположить, что истоки масштабной Всесоюзной туристско-краеведческой экспедиции школьников «Моя родина – СССР» нужно искать, не где-то там далеко, на бескрайних просторах нашей огромной страны, а конкретно, на Южном Урале, на землях Оренбургского казачьего войска и в благородной, культурно-просветительской деятельности Оренбургской Учёной Архивной Комиссии.

Завершает публикации XIX века первый, из известных нам, туристский «**Путеводитель по Уралу**» (издание газеты «Урал», издатель В.Т. Чекан, издание первое, Екатеринбург, 1899 г.). В нем, помимо разнообразной информации по природно-историческим достопримечательностям Урала, мы также находим многочисленные сведения о различных пещерах и карстовых явлениях, в т.ч. и на территории Челябинской области.

Приведем некоторые выдержки из него:

«... Очень недурной вид на завод (Кыштымский) и окрестности – с моста на пруду, отсюда же видны и две кыштымские знаменитости: Егоза и Сугомак, находящиеся от завода в нескольких верстах.

С вершины этих гор открывается чудесный вид на окрестности: все близ лежащие заводы видны как на ладони. Взобраться на эти горы стоит немало труда, да и то при помощи опытного проводника. Про горы среди местных жителей ходит не мало различного рода легенд, имеющих непосредственное отношение или к зарытым во времена оные кладам, или же к скрывавшимся здесь разбойникам и беглым.

Гора Сугомак имеет в своих скалистых известняках довольно значительную пещеру...».

Далее в книге мы читаем:

«... Берега р. Катава близ Усть-Катавского завода представляют классический пункт по богатству ископаемых. В нескольких верстах от завода, близ деревни Серпиевка находятся замечательные пещеры...»

Затем следует почти дословное повторение описания пещер из работы Н.Н. Макаров-

ского (1887 г.) с единственным дополнением-уточнением: **«В одной из таких пещер, называющейся Игнатьевскою, погребен человек...»**.

А через несколько страниц текста, следует описание места исчезновения реки Сим под землей и пещеры в горе Ямазе-Тау, приведённое уже из работы В. Зверинского (1877 г.). Нашлось здесь место и для упоминания о двух пещерах в горе Жукова шишка и береговых скалах пруда у Симского завода. Завершается же описание пещер в **«Путеводителе...»** следующим заключением:

«... Вообще Южный Урал чрезвычайно богат пещерами и в Уфимской, например, губернии они есть во всех уездах, кроме Бирского и Мензелинского...».

Выход в свет этого путеводителя в самом конце XIX века – событие по тем временам весьма примечательное. Можно с полной уверенностью сегодня говорить, что уже тогда наши соотечественники испытывали определенную тягу к путешествиям по Уралу и России и, соответственно, нуждались в специальной туристско-экскурсионной литературе. Далее в этой работе мы ещё познакомимся с целым рядом подобного рода изданий.

XIX век в познании подземного мира нашего края закончился выходом первого в нашей истории туристского путеводителя по Уралу. Первого, но не последнего. За ним, но уже в XX столетии, последовал целый ряд других подобных путеводителей. Все они открывают совершенно новую страницу в изучении и познании окружающего нас мира, использовании подземных полостей в туристско-экскурсионных целях, очень важной культурно-просветительской деятельности среди населения страны.

Первым из них в наступившем столетии становится путеводитель В.А. Весновского **«Спутник туриста по Уралу. Путеводитель по курортам Урала»** (типография **«Уральской жизни»**, Екатеринбург, 1902 год). В нём, помимо уже известных нам сведений о пещерах в долине р. Сим у дер. Серпиевки, подземном течении Сима, пещеры старца Игнатия и значительной пещеры в горе Сугомак у Кыштыма, мы впервые встречаем интересную информацию о новых пещерах.

«... Иткульский курорт.

... Озеро Иткуль и его окрестности – одно из красивых мест в Екатеринбургском уезде. На озере есть остров «Галька» состоящий из груды камней-валунов с единственной среди них березкой. ... В берегах много пещер, прохлада которых манит к себе кумысников в летний зной...»

Следующий источник – **«Путеводитель в пределах Уфимской губернии. Адрес-календарь Уфимской губернии и справочная книжка на 1906 год»** (изд. Уфимского губернского статистического комитета, Уфа, 1905 г.) не несет какой-либо новой и интересной нам информации. В нём, в виде путевых заметок, ведется рассказ о всяких достопримечательностях и природных объектах, расположенных в пределах линии Самаро-Златоустовской железной дороги, в том числе и о пещерах, карстовых воронках и т.п.

Оренбургские любители природы и старины, после своей первой попытки привлечения для изучения пещер учителей и школьников в 1897 году, вновь возвращаются к этой теме. В самый разгар Первой мировой войны выходит **«Путеводитель для ученических экскурсий по Уралу» - вестник Оренбургского учебного округа. В. Агров. (Оренбург, 1915 г., №3, научный отдел)**. Вниманию будущих экскурсантов-школьников и их наставникам предлагается разнообразная информация для путешествий:

«... прекрасные быстрые прозрачные потоки Южного Урала – верховья рек Белой, Урала, Уя, Ая, чудные горные озера среди лесов и полей, наконец, почти неизведанные сталактитовые и ледяные пещеры с подземными озерами...»

... В верстах 2-х от села (Нагайбак) на вершине горы находятся старинные медные чудские копи...

... В конической круглой горе Шишке, лежащей в ½ версты от завода (Симского) и омываемой заводским прудом, с западной её стороны, на высоте более 100 саженьей, имеется большая пещера. Другая небольшая пещера находится также около заводского пруда.

В верхней части р. Сима, верстах в 30 от её истока при впадении р. Ямазе, в горе Ямазы-Тау находится обширная пещера, в которой Паллас нашел не только кости зверей,

но и человеческие. Утёс горы по отвесу имеет от 175 до 280 футов; отверстие находится футов на 40 от поверхности воды в р. Симе...

... В нескольких верстах от завода (Усть-Катав) около дер. Серпиевки в горах находятся замечательные пещеры, представляющие собой гигантские залы, соединенные между собой узкими отверстиями. В одной из них называемой Игнатовой погребен человек, сльвущий в народе за подвижника. Перед его могилой висит медный образ и горит лампада. В девятую пятницу (после Пасхи) в пещеру стекается много народа из соседних заводов, сел и деревень. Игнатова пещера – одна из самых обширных и известных на Южном Урале...».

Публикация В. Сочеванова «По горам и заводам Южного Урала» (ОГИЗ – физкультура и спорт, 1932 г.) уже в большей степени своим содержанием отвечает запросам туристов. В ней, помимо общеизвестных сведений о местоположении Игнatieвской пещеры, её внутреннем строении и особенностях, места пропавания под землей реки Сим, дается ряд ценной для туристов информации. Например, приводится расписанный по дням 20-ти дневный маршрут, даются рекомендации по одежде, снаряжению и правилам путешествия под землей. Здесь же автор делает попытку объяснить уникальное явление исчезновения под землей целой горной реки:

«... известняк и гипс легко разрушаются дождевой водой, содержащей в себе углекислоту; такое постепенное разрушение и повлекло за собой образование многочисленных пещер...».

В этом же путеводителе приводится и одна из самых первых легенд об Игнatieвской пещере.

Большой вклад в дело изучения и популяризации пещер Южного Урала для туристско-экскурсионного освоения внёс В.С. Старцев – краевед, преподаватель ЧГПИ, член, а затем председатель Челябинского отдела Географического общества. Им в период с 1935 по 1953 гг. были опубликованы 4 книги-путеводителя, в той или иной степени, освещающие карстовые явления и пещеры Челябинской области, их историю и археологию. Среди них: «По Уралу (Очерки и рассказы о горах, реках, озерах и пещерах Урала)», Свердловск, 1935; «Южный Урал и Зауралье (Географический очерк Челябинской области)», Челябинск, 1936; «По Южному Уралу (В помощь туристам и экскурсантам)», Челябинск, 1946; «По Южному Уралу и Зауральским равнинам (Туристские маршруты)», Москва, 1953.

В книге «Южный Урал и Зауралье» (1936 г.) Старцев приводит ряд интересных сведений по уже известным нам районам:

«... Здесь имеется так называемая Сугомакская известковая пещера – несколько больших гротов, связанных узкими проходами. Когда-то в старину, во время жестоких религиозных гонений, пещера служила убежищем для старообрядцев...

... близ села Серпиевка, на берегу р. Сим находится известная пещера Игнатова, а в 3 км от пещеры река Сим уходит под землю горы Эссюм и выходит через 5 км широким бурным потоком...

... Маршрут (пещерный) имеет в виду замечательный известковый район, раскинувшийся по рекам Увелики, Коелги, Сухарыша и др. с большим количеством мало известных пещер, карстовых воронок и т.д...».

Вместе с тем, здесь мы впервые встречаем упоминания о новых, неизвестных ранее, карстовых районах и пещерах:

«... Магнитогорск – Янгелька – Пещерный лог. Интереснейшие места, слабо изученные пещерные образования...

... Магнитогорск – оз. Банное – Крыкты – хутор Ядыгаровский. Образовательная экскурсия по местам отдыха магнитогорцев, изучение Южного Урала (хр. Крыкты и истоков Малого и Большого Кизила с подземными речками...)

В следующей работе В.С. Старцева «По Южному Уралу» (1946 г.) мы находим целых два раздела посвященных пещерам: «По горам и пещерам Предуралья» и «Пещерный район Коелга-Сухарыш». В первом из них автор описывает карстовые объекты в районе городов Юрюзань, Катав-Ивановск, Усть-Катав и Сим. Он образно называет эту местность «Пещерным краем». Главный интерес экскурсий в этот район, по мнению автора, составляют:

«... изучение многочисленных пещер, исследование подземных речек и ручьев, сбор коллекций минералов и составление гербария...».

Далее автор, впервые в подобной туристско-экскурсионной литературе, приводит сведения об открытии в пещерах ближайших окрестностей Усть-Катава в 1938 и 1939 годах стоянок древних людей каменного века. В долине р. Юрюзань открыто 4 палеолитических стоянки: две в пещерах у дер. Кочкари, одна в Ключевой пещере и одна в Бурановской. Еще одна находится в долине р. Катав у дер. Орловки. Даются краткие описания пещер Ключевой и Бурановской, перечень предметов обихода древнейшего человека и видов животных, чьи кости обнаружены в этих пещерах.

Не оставляет без внимания Старцев и окрестности дер. Серпиевки: следует уже традиционное упоминание о месте исчезновения р. Сим под землей, описание Игнатовской пещеры. Но одновременно, здесь же, он указывает на наличие новой пещеры:

«... Около выхода реки из-под земли, в высокой горе есть пещера, имеющая два оконца. Грот до 50 метров в длину хорошо освещен. Пещера сухая, так как порода не известковая, а гранитная...».

Конечно же, это утверждение Старцева о том, что пещера заложена в гранитах – явная его ошибка, таких пород здесь просто нет. Сама же упомянутая им пещера не обнаружена до сих пор спелеологами, не идентифицирована ни с одной из ныне известных в этом районе и, судя по всему, является выдумкой, пещерой-фантомом.

Второй раздел книги посвящен **«Пещерному району Коелга-Сухарыш»** расположенному в долинах рек Увельки и Сухарыша. Приводится описание района, вариантов подъездов и подходов, объектов для осмотра: пещеры Притон, Жемеряк, Казачий стан, фотография входа в одну из этих пещер, а также картосхема местоположения пещер в районе.

При описании экскурсий в окрестностях города Кыштыма Старцев дает читателям более подробное описание Сугомакской пещеры:

«... Она состоит из нескольких гротов, соединяющихся узкими проходами. Второй грот представляет собой куполообразную обширную круглую комнату со сталактитами на потолке и стенах. Проход в третий грот с подземными озерами (вода держится постоянно) является трудным и небезопасным. Без свечей смотреть пещеру нельзя...».

Еще одна ценная информация содержится в описании экскурсий по окрестностям г. Челябинска. Здесь впервые упоминается о карстовых формах на берегу озера Смолино:

«... С запада берег его состоит из известняков, полоса которых далее сменяется гранито-гнейсами. В известняках имеются пещеры, богатые окаменелостями давно вымерших животных...».

Четвертая работа В.С. Старцева **«По Южному Уралу и Зауральским равнинам» (1953 г.)** существенно отличается от предыдущих своим объёмом, большим количеством фотоснимков и картосхем маршрутов. Один из разделов **«По пещерам Предуралья»** целиком посвящен многодневному маршруту по пещерам горнозаводской зоны в долинах рек Катав, Юрюзань, Сим и Ай. Автор определяет и главную цель этого маршрута:

«... ознакомление с многочисленными пещерами, изучение их и описание, исследование подземных речек и ручьев, сбор минералогических коллекций, составление списка пещерной и наземной флоры...».

Таким образом, к середине XX века на Южном Урале накопился довольно большой объём разнообразной туристско-экскурсионной и географической литературы. Вместе с этим появляется и соответствующий контингент желающих познакомиться с подземным миром пещер. А с начала 60-70 гг. XX века, и до настоящего времени, стал отмечаться огромный всплеск интереса населения нашего региона к посещению и изучению пещер. Одновременно стали появляться и общественные объединения – секции и клубы спелеологов-любителей (спелеотуристы). С их появлением стремительно растёт число новых открытых пещер значительной длины и глубины. Если до появления этих организованных спелеологов-любителей (в 1968 году) число известных пещер в Челябинской области составляло 147, то к сегодняшнему дню их усилиями выявлено и исследовано 875 пещер и гротов. Но разработку темы туристско-экс-

курсионного изучения и освоения этого периода (1968-2014 гг.) мы оставляем для будущих подобных литературно-исторических изысканий...

ОРДИНСКАЯ ПЕЩЕРА: ПРОШЛОЕ И БУДУЩЕЕ

А.А. Горбунов, И.Ю. Герасимова

Российская подводная федерация, комиссия по спелеоподводным погружениям,
дайв-центр «Наутилус», ГИ УрО РАН

Пермская федерация подводного плавания открыта в 1999 г. Основная задача федерации – развитие подводных видов спорта, которые до этого времени в Перми находились в зачаточном состоянии. В тот период считалось, что в Пермском крае невозможно заниматься погружением с аквалангом – дайвингом. Причина – отсутствие необходимых акваторий. Препятствие заключалось в том, что реки и озера Прикамья не отвечали предъявляемым кейв-дайвингом требованиям из-за высокой мутности, небольшой глубины и сильного течения.

Первые погружения в Ординскую пещеру, состоявшиеся в 2001-2002 г.г., позволили принять решение о создании здесь учебной базы «Наутилуса». Благодаря последующим исследованиям пещера стала длиннейшей подводной пещерой России с протяженностью подводной части более 4000 м и самой длинной гипсовой подводной пещерой мира.

Первоочередной задачей стало строительство 700-метровой дороги, ведущей к пещере от шоссе Орда-Ашап, так как заброска оборудования, особенно в зимний период, требовала очень много времени и занимала иногда 5-6 часов.

Еще одна проблема, которая возникла на первом этапе – энергообеспечение базы. К погружениям приходилось готовиться в самой пещере в полной темноте. Кроме того, для забивки баллонов воздухом также необходимо электричество. Поэтому следующий шаг, который был сделан, прокладка линии электропередач протяженностью 1,5 км.

Поначалу приходилось жить в палатках на Казаковской горе, где расположена пещера. Поэтому третья задача, которая была решена, - строительство базы, где можно было бы укрыться от непогоды и хранить техническое оборудование.

Очередной этап – прокладка в пещере подземной тропы длиной 60 м для доставки тяжелого снаряжения к месту погружения. Таким образом, начиная с 2004 г., кейв-дайверы уже не задавались вопросами переноски тяжелого снаряжения и заброской оборудования, которое без них доставлялось до места погружения, где была сооружена специальная площадка. Создание инфраструктуры послужило толчком к постоянным исследованиям пещеры учеными совместно со спелеодайверами.

Благодаря этому длина исследованной подводной части увеличилась более чем в два раза, что сразу вывело Ординскую пещеру в ранг длиннейшей подводной пещеры в сульфатных отложениях. Информация о российском уникале быстро распространилась по всему миру.

В 2004 г. в Ординской пещере прошли первый курс обучения пещерного дайвинга (фулл-кейв по системе IANTD, инструктор Фил Шот, Англия), в следующем, 2005 г., в пещеру посетил всемирно известный спелеоподводник, обладатель нескольких мировых рекордов в спелеодайвинге, знаменитый подводный фотограф и писатель Мартин Фарр. «Ординское чудо» его впечатлило: на родине британца пещеры представляют собой небольшие по объему галереи с ограниченной видимостью.

Две фразы Фарра, брошенные им после посещения пещеры, стали крылатыми. Первая: «Людей, которые погружаются в Ординскую пещеру, учить нечему». И вторая фраза: «Русские – так же экстремальны, как и окружающая их среда». Среду он нашел экстремальной из-за холода, так как погружения совершались при температуре воды от 4 до 5°C, да и на улице тогда стояли морозы около 30°C.

Говоря, что нас нечему учить и называя русских «экстремалами», он имел ввиду выработавшуюся у нас совершенно другую технику подводного плавания, которая, в действительности, оставляла желать лучшего.

Поэтому возник вопрос о необходимости проведения постоянных семинаров и мастер-классов с целью повышения безопасности погружений и обмена опытом на территории России с мировыми корифеями спелеодайвинга.

В 2007 г. екатеринбургскими кейв-дайверами в Орду была приглашена кинопродюсер мировых каналов «Discovery», «National Geographic» и ряда голливудских проектов (в частности она участвовала в съемках фильмов известного американского кинорежиссера Джеймса Камеруна, создателя «Терминатора» и «Титаника») и известный подводный кинооператор Джил Хайнет. Она провела в Орде мастер-класс по подводной фотографии. Лучшие фотокадры вошли в книгу об Ординской пещере, как о феномене мирового уровня.

В июне этого же года совместно с Горным институтом УрО РАН был организован первый теоретический семинар, на который приехало более 40 студентов из разных городов России. В качестве инструктора был приглашен Максим Кузнецов (NSS CDS, США). После семинара студенты прошли практические курсы в Ординской пещере. Сертификаты получили 10 кейв-дайверов, прошедшие базовый уровень обучения.

Задача, которая ставилась на занятиях, - обучить большее количество людей навыкам цивилизованного и безопасного погружения в пещерах, разработанным флоридскими спелеоподводниками. За последующие два года еще около 40 студентов прошли обучение кейв-дайвингу по системе NSS CDS.

В июне 2009 г. прошел первый кейв-инструкторский семинар по системе IANTD под руководством президента компании Dive-Rite Ламара Хайерса (США). По итогам этого семинара были подготовлены в качестве инструкторов Андрей Горбунов (Пермь), Владимир Григорьев и Сергей Гарпинюк (Москва).



Рис. 1. Проведение обучения в галереях пещеры, фото А. Бизюкина

В июле 2009 г. в Ординской пещере снова были проведены курсы по двум системам TDI CMAS под руководством знаменитого Паскаля Бернабе (Франция), который является действующим рекордсменом мира по глубоководным погружениям (глубина 330 м, 8 часов всплытия). Во время семинара инструкторское ассистирование прошли Николай Назаров (Уфа) Владимир Григорьев и Сергей Гарпинюк (Москва), Андрей Горбунов и Денис Михалев (Пермь).

Пройдя обучение по американским и европейским системам, мы пришли к выводу, что погружения в Ординской пещере специфичны, что наша система обучения и прохождения пермских пещер отличается от мировых стандартов, ее необходимо выделить в отдельный курс.

Пермская методика отличается от зарубежных, прежде всего, условиями погружения. Один из основных факторов, влияющий на систему обучения, это низкая температура воды, которая колеблется от 4 до 8°C. Из-за низкой температуры для погружения применяется специальное оборудование. Особо обращается внимание на наличие целого комплекса подогрева и утеплителей. Как следствие, это ведет к увеличению размера сухого гидрокостюма.

Так как погружение производится в перчатках сухого типа, снижается чувствительность пальцев рук, что осложняет работу с системой навигации. Из-за использования сухих перчаток система жестикуляции, принятая среди кейв-дайверов всего мира, в Ординской пещере зачастую невозможна. Общение под водой между спелеодайверами минимизировано: опо-



Рис. 2. Паскаль Бернабе в Ординской пещере, фото А. Бизюкина

вещение партнеров по погружению в основном ведется с помощью световых знаков маршрутного фонаря.

Поскольку движения дайвера стесняют толстые утеплители, а для баланса плавучести многие используют только сухой гидрокостюм, скорость прохождения заданного маршрута замедляется. Из-за низкой температуры приходится уменьшать и время погружения – от 30 минут до 2 часов (с системой подогрева).

Среди факторов, обуславливающих специфику погружения, необходимо упомянуть подземное расположение входа в подводную часть пещеры, откуда производится погружение; отсутствие видимого течения, которое бы активно влияло на дайвера; присутствие больше-размерных галерей с возможностью всплытия внутри пещеры; наличие разветвленной сети узких ходов, где из-за илистых отложений вероятно резкая потеря видимости.

Присутствие больше-размерных галерей с возможностью всплытия внутри пещеры делает Ординскую пещеру комфортной для подготовки начинающих спелеодайверов. Огромный плюс – в больших галереях нет проблемы замутнения воды, из-за ее высокой прозрачности создается хорошая видимость. А вот наличие разветвленной сети узких ходов в пещере таит опасность для начинающих или неопытных дайверов – из-за «растревоженного» со дна ила резко теряется видимость и внезапно наступившая водная мгла может дезориентировать новичка.

При погружении следует учитывать неустойчивость и хрупкость сульфатных пород, в которых находится Ординская пещера. Из-за хрупкости породы затруднена прокладка навигационной системы безопасности, которая, как правило, крепится у дна пещеры на выступах или камнях. Проложенные линии навигации из-за быстрого растворения породы и обрушений достаточно часто повреждаются и их приходится восстанавливать вновь.

В настоящее время с целью изучения особенностей протекания карстовых процессов в районе развития Ординской пещеры проводятся наземные сейсморазведочные исследования. На начальном этапе исследования проводились с целью определения параметров изменения физических полей, вызванных наличием в массиве пород карстовых полостей. В результате изысканий установлено, что стандартные признаки выделения карстовых полостей по набору волновых характеристик не позволяют добиваться приемлемого результата, позволяющего со 100% уверенностью определять их положение в горном массиве. Это связано с достаточно большой глубиной залегания поисковых объектов и их небольшими размерами (сопоставимыми и даже превышающими предельные параметры разрешающей способности метода сейсморазведки как по горизонтали, так и по вертикали).

Итогом проведения опытных исследований явилось выведение специфического коэффициента, позволяющего в результате объединения нескольких динамических и кинематических характеристик волнового поля, на качественном уровне определять наличие в разрезе карстовых полостей. Получаемые в настоящее время материалы исследований обрабатываются с использованием выведенного коэффициента.

Метод сейсморазведки, применяемый в качестве базового для исследований Ординской пещеры, позволяет изучать изменения волновых характеристик горных пород при возбуждении на поверхности наблюдений упругих колебаний. В качестве источника колебаний при исследованиях используется кувалда. Вызванные ударом упругие волны распространяются во все стороны от источника колебаний и в процессе распространения претерпевают отражения и преломления на границах. Часть сейсмической энергии возвращается к поверхности Земли, где вызывает колебания, регистрирующиеся специальными сейсмоприемниками. Сбор, регистрация и визуализация данных проводится с использованием сейсмоакустического регистратора.

При проведении исследований с учетом размеров

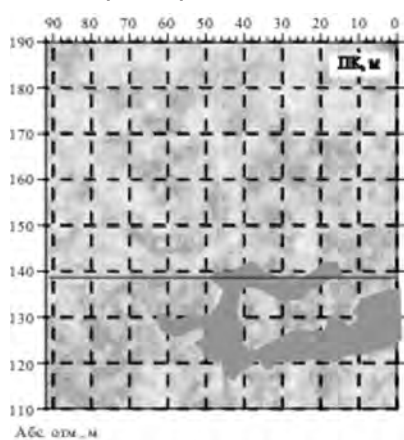


Рис. 3. Пример распределения суммарного коэффициента по одной из профильных линий, пересекающих подводную часть пещеры с воздушным пузырем

всей пещеры целиком и размеров отдельных галерей шаг наблюдения по профилям выбран равным 2 м. В общей сложности на сегодняшний день отработано 29 профильных линий.

Исходными данными для обработки являются сейсмограммы общего пункта возбуждения. В результате обработки формируются суммарные временные разрезы. Для литологической привязки отражающих горизонтов, соответствующих подошве ледянопещерской и неволинской пачек иренского горизонта кунгурского яруса нижнего отдела пермской системы использованы данные, опубликованные в специализированной литературе. Благодаря анализу временных разрезов можно судить о сложном строении изучаемого массива - отсутствуют выдержанные оси синфазности, наблюдается выклинивание отражающих горизонтов, ярко выражен эффект поглощения (уменьшения интенсивности сигнала), отмечается потеря корреляции записи.

Как уже указывалось, стандартные признаки выделения карстовых полостей по набору волновых характеристик (резкое изменение скоростей колебаний и их градиентов, экстремальные величины коэффициента отражения, уменьшение величин амплитуд сигнала), в данном случае не позволили добиться приемлемого определения наличия или отсутствия карстовых полостей в массиве. Аномалии, обусловленные наличием известного карстового проявления, либо сопоставимы по своей интенсивности с соседними участками массива, либо практически не выделяются.

В результате анализа значительного количества информации, для выявления на качественном уровне карстовых полостей, принято решение использовать суммарный коэффициент, рассчитываемый по следующим признакам:

- приращение скоростей и амплитуд при наличии в пещере в качестве заполнителя воды или воздуха должно быть минимальным;
- отклонение мгновенных значений эффективных скоростей от нормального закона распределения должно быть максимальным.

В результате расчетов формируются распределения суммарных коэффициентов в изучаемом интервале разреза для каждого из профилей, позволяющие определить участки, предположительно обусловленные наличием в массиве карстовых полостей (рис. 3). Полученные результаты геофизических исследований позволили выделить ослабленные зоны, выходящие за границы закартированной на сегодняшний день части пещеры. Хотелось отметить, что они могут являться как карстовыми полостями, так и участками дезинтеграции пород.

В заключение отметим, что развитие российского спелеодайвинга неразрывно связано с Ординской пещерой. Среди факторов, обуславливающих специфику погружений, одним из важных является то, что пещера расположена в зоне активного протекания карстовых процессов. Проводимые здесь геофизические исследования направлены на изучение особенностей развития карстообразования в разрезе Казаковской горы.

КАК МЫ РАБОТАЛИ

Л.С. Михеева

ООО «Сталагмит-Экскурс», 617470, Пермский край, с. Филипповка, Кунгурская Ледяная пещера

В 1978-1983 годах рядом с пещерой был построен гостиничный комплекс «Сталагмит». В эти годы параллельно с бурным развитием массового туризма шло и становление советской школы экскурсоведения. Кунгур становится одним из крупнейших центров внутреннего туризма на Урале. В 1970-1980 гг. складывается система подготовки городских, загородных, экскурсоводов Кунгурской пещеры, формируется коллектив предприятия во многом сохранившийся и сегодня.

Посещаемость пещеры в начале 1980-х годов достигла своего максимума – 200 тыс. экскурсантов ежегодно. В выходные дни к железнодорожному вокзалу города Кунгура прибывали турпоезда из Тюмени, Ижевска, Свердловска, Казани. В то время Кунгур был закрытым городом, этот статус объективно ограничивался возможностью посещения пещеры туристами

из центральных и западных регионов страны, а для иностранцев это было совсем невозможно. Зато «профсоюзный туризм», социальной базой которого был Урало-Сибирский регион, процветал.

Директором Кунгурского бюро путешествий и экскурсий в 1980-е годы был талантливый экономист и организатор Анатолий Матвеевич Теклюк. Научной подготовкой руководил заведующий Кунгурским стационаром УНУ А Н СССР Вячеслав Семёнович Лукин.

Много внимания экскурсоводам уделял и сотрудник стационара Евгений Павлович Дорофеев, посвятивший пещере всю свою жизнь. Методическую работу возглавляла и вела Тамара Константиновна Дьякова. Важную роль в организации экскурсоводов играло планирование работы и прежде всего индивидуальные планы работы, которые составляли все экскурсоводы. Строили планы в соответствии с заданиями, которые стояли перед экскурсионным учреждением. Индивидуальный план экскурсовода имел несколько разделов: политическая подготовка, общая и специальная подготовка, создание новых и дополнительных тем, участие в подготовке новых экскурсоводов, участие в контроле бюро за качеством проведения экскурсии, участие в пропаганде и рекламе экскурсий, участие экскурсовода в общественной работе (С кем соревнуется экскурсовод).

В конце плана размещался раздел «Заключение о выполнении плана». Заключение давалось по итогам работы экскурсовода за квартал.

Основным звеном в организации работы экскурсоводов являлись методические секции. Главной задачей, стоящей перед любой секцией, было: повышение идейно-теоретического уровня экскурсоводов специальной и методической подготовки, совершенствование пропагандистского мастерства. Характерной особенностью были регулярные методические семинары по различным темам. Нередко они были выездными, когда экскурсоводы выезжали в «дикие пещеры» Пермской области.

Главным направлением в экскурсионной работе являлся показ успехов советского народа в строительстве социализма и коммунизма, пропаганде советского образа жизни. Одним из основных требований в любой теме экскурсии было указание на последние постановления ЦК КПСС, Совета Министров СССР и др. Было много различных тем экскурсий, разработанных методистом и экскурсоводами. В экскурсии «вдоль Сибирского тракта» о различных забавных историях, связанных с дорогой, о декабристах и революционерах, проследовавших в ссылку в Сибирь, использовалось множество стихов:

Пересекая реки и долины,
Пролёт по всей России длинный,
Седой от времени, старинный
Отец дорог, Сибирский Тракт.
Я знаю, старики мне говорили,
О том, что этот тракт слышал,
Он видел, люди бедно жили,
Помещики злодеи были,
Под игом их, народ стонал.
И даже в злые лютые морозы
Был на тракту кандалный слышен звон.
Роня ледяные слёзы,
Качались грустные берёзы
Екатерининских времён.

В. Радкевич

Была экскурсия «Путешествие в страну Светофория». Она знакомила детей с правилами уличного движения, с рабочей профессией водителя автобуса.

Эксплуатационным объектом являлся автобус. Также, в качестве объектов выступали дорожные знаки: светофор, пешеходный переход, тротуар, пассажиры и пешеходы. В заключительной части экскурсии детям задавали вопросы, закрепляющие понимание данной темы.

Был ряд природоведческих экскурсий: «История земли уральской», «Путешествие в карст», «Край, в котором ты живёшь». Основная задача природоведческих экскурсий заключалась в том, чтобы показать объекты природы, воспитать бережное отношение к природным богатствам. Начиналась экскурсия с ленинских декретов о мире и земле, разработанных В.И. Лениным и принятых 26 октября 1917 года вторым съездом советов. Для детских групп использовались различные стихи о природе и охране окружающей среды:

Давай пройдем
Мы медленно по лугу
И «здравствуй» скажем
Каждому цветку.
Я должен над цветами наклониться
Не для того, чтоб рвать или срезать,
А чтоб увидеть добрые их лица,
И доброе лицо им показать.

С. Вургун

Были экскурсии патриотического содержания - темы гражданской войны и ВОВ.

Тот самый длинный день в году
С его безоблачной погодой
Нам выдал общую беду
На все четыре года.
Она такой вдавила след
И столько в землю уложила
Что через тридцать, сорок лет,
Живым не верится, что живы.

К. Симонов

В настоящее время в экскурсиях по городу делается акцент на историю дворянства, купечества и их благотворительность. А в советское время много внимания уделялось пропаганде советского строя, объектом промышленного строительства, экономическим успехам, передовикам производства.

Смена идеологии, политического строя привела к появлению туров и экскурсий по религиозным местам и храмам. В советское время, следуя атеистической пропаганде, читали следующее стихотворение у Тихвинского храма:

Как песня храм струится в высоту,
Он рвется ввысь торжественный и стройный.
Певучей силой камень окрылен,
Для бога он иль не для бога строен,
Но человеком был воздвигнут он.
И нет в нем лицемерного смирения,
Безвестный зодчий дерзостен и смел,
Сам стал творцом и окрылил камень,
И гордость в нем свою запечатлел.
И ты стоишь на каменном пороге,
И за людей душа твоя горда,
Приходят боги и уходят боги,
Но человек бессмертен навсегда.

В. Шефнер

С основным объектом, жемчужиной Пермской области, - с Кунгурской ледяной пещерой стремились познакомиться туристы со всего Урала. Групповое экскурсионное обслуживание в пещере начиналось с 9 часов утра и продолжалось до 19 вечера. Формировались

огромные группы по 80-100 человек, экскурсоводы работали парами: 1 вел экскурсию с мегафоном, другой замыкал процессию (его обязанностью было следить за дисциплиной). В штате предприятия работало 10 экскурсоводов. Еще около 50 внештатных экскурсоводов было задействовано в каникулы и выходные дни. В таких условиях экскурсии были поставлены на поток. Именно тогда в среде экскурсоводов родилась ****

«туристический поезд прибывает,
В вагоне сотня человек.
Автобус к Сылве подъезжает,
Через нее проезда нет».

Уставшим экскурсоводам туристы тоже пели «дифирамбы» и высшим пилотажем были слова «до скорой встречи».

Высокая планка мастерства 80-х годов поддерживается на должном уровне начинающими экскурсоводами и в настоящее время. Методистом Н.Н. Козловой разработан ряд тематических экскурсий: «Мифы и легенды Кунгурской Ледяной пещеры», «В поисках клада Ермака», «По сказам Бажова», «Тропой Хлебникова». Администрация предприятия ООО «Стагмит – Экскурс» в лице директора С.В. Морозовой сохраняют все традиции того времени. Уделяется внимание развитию инфраструктуры предприятия, в пещере туристы кроме обзорной экскурсии могут посмотреть лазерное шоу, также имеется ряд новых развлекательных театрализованных программ-экскурсий. Экскурсоводы Кунгурской Ледяной пещеры XX и XXI вв. идут в ногу со временем.

В.С. ЛУКИН И ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О КЛИМАТЕ ПЕЩЕР

Б.Р. Мавлюдов

Институт географии РАН, Москва, Старомонетный пер., д. 29, bulatrm@bk.ru

Сначала остановимся на существующих классификациях климата пещер. Что такое климат пещер? Это состояние и динамика элементов микроклимата отдельных участков пещеры, которые в совокупности формируют климат полости в целом. Это означает, что климат полости это некоторое объединенное (совокупное) образование, отдельные компоненты которого характеризуют отдельные элементы пещерной системы, а в целом он характеризует всю систему в целом. Основным характерным компонентом климата пещер является температура воздуха, поскольку это интегральная величина, которая является отражением влияния целого комплекса факторов, таких как температура вмещающих пород, направление и скорость ветра, влажность воздуха, атмосферное давление и др. Иными словами, если мы видим какую-то температуру воздуха в данной конкретной части полости, то она является отражением взаимодействия внешних и внутренних сил. К внешним воздействиям можно отнести циркуляцию воздуха в полости (выражается через скорость ветра), перепады атмосферного давления и температуру воздуха вне пещеры. Внутренний параметр, на который направлены эти внешние воздействия – температура пород массива, вмещающего полость. По отношению к этому параметру и имеет смысл соотносить изменение климатических параметров полости. Кстати, по отношению к температуре вмещающих пород имеет смысл классифицировать элементы микроклимата отдельных частей пещер и климат других пещер, то есть проводить классификации пещерного климата. Собственно, так и поступили первые исследователи. Они соотнесли температуру воздуха в пещере с температурой воздуха вне пещер. Если в пещере было холоднее, чем снаружи, то пещера считалась холодной, а если теплее – теплой. Но в дальнейшем исследователи столкнулись с таким феноменом: летом в полостях было холоднее, чем снаружи, а зимой – теплее. В этом случае получалось, что одна и та же полость в разные сезоны года является то холодной, то теплой. Чтобы избежать путаницы, решили сравнивать средние годовые температуры воздуха в пещере и в прилегающей местности. Если среднегодовая температура

в пещере была ниже среднегодовой температуры вне пещеры, то пещера считалась холодной, а если выше, то теплой. К тому же оказалось, что эта классификация неплохо работает в европейских пещерах, где, собственно, и зародилась спелеология. Эта классификация популярна с давних пор вплоть до нашего времени [22]. Однако оказалось, что эта классификация пригодна для пещер небольшого размера, в которых отмечается быстрая реакция на внешние климатические изменения. Для больших (протяженных) пещер и пещерных систем было предложено понятие «нейтральной зоны», где температура равна среднегодовой температуре на поверхности и почти не изменяется во времени.

В.С. Лукин, после работ по восстановлению ледяного убранства Кунгурской ледяной пещеры (КЛП) [12], утраченного в результате изменения климата в полости после оборудования входного туннеля в пещеру в 1938 г. для проведения экскурсии участниками международного геологического конгресса, обнаружил, что все не так просто. Кроме фоновой температуры горных пород («температура нейтральной зоны») он обнаружил на основании регулярных метеонаблюдений отрицательную и положительную температурные аномалии в КЛП, которые были приурочены к нижнему и верхнему входам [13]. В.С. Лукин доказал, что формирование аномальных температурных зон в пещере связано с интенсивным воздухообменом между атмосферой и проницаемыми горными породами: «Отрицательные и положительные температурные аномалии, возникающие на противоположных частях воздухопроводящих систем в результате сезонных изменений направления циркуляции воздуха, теснейшим образом связаны и взаимообусловлены». На основании примера КЛП можно сделать заключение, что простая модель климата пещер не соответствует действительности. В противном случае КЛП должна быть отнесена и к теплым и к холодным пещерам одновременно.

Итак, В.С. Лукин столкнулся с этим противоречием и нашел прекрасный выход из него. Он предложил выделять в КЛП несколько климатических зон: зону отрицательной и положительной температурной аномалии у входов в пещеру [13]. Это несколько усложнило ситуацию с описанием климата пещер, но, с другой стороны, снимало возникшие противоречия. Используя эти положения, В.С. Лукин смог объяснить причины возникновения оледенения пещер, показав, что оно возникает в зоне отрицательной температурной аномалии, где устанавливается отрицательная температура. Формирование температурных аномалий было подтверждено математическим моделированием [2, 3, 15, 21], которые были построены позже. Таким образом, мы видим, что в основе работающих климатических построений В.С. Лукина лежит накопленный массив данных по климату КЛП.

Собранный примерно в то же время другой массив данных по климату пещер охватывал уже не одну, а сотни пещер Горного Крыма. Классификация климата пещер на этой базе не замедлила появиться [19, 20]. Данная классификация говорила, что кроме нейтральной зоны в пещерах есть переходная зона, которая отражает влияние внешнего климата на климат пещеры. Станным образом климат КЛП и подобных ей пещер полностью выпадал из этой классификации. Но, с другой стороны, классификация была построена на данных, полученных в огромном количестве пещер, и ей, вроде бы, можно было доверять в большей степени, чем классификации В.С. Лукина, основанной, фактически, на данных по одной пещере. Но поскольку новая классификация никак не могла объяснить существования климата КЛП, обе классификации существовали параллельно, не взаимодействуя и не пересекаясь. Как же можно было бы объединить обе эти классификации? В.Н. Дублянский так и не смог этого сделать, и оставаясь на своих позициях, даже считал, что зона оледенения в КЛП – это переходная зона [9].

История показала, что примирение обоих точек зрения невозможно, но выделение одной из них реально в том случае, если выяснится, что одна из них ошибочна. К сожалению, ошибочной оказалась крымская классификация. Почему классификация климата КЛП оказалась более универсальной, чем данные по 800 пещерам Крыма? Это произошло, во-первых, потому, что для КЛП имелся многолетний ряд круглогодичных наблюдений, а кроме того, сотрудники Кунгурского стационара провели дополнительные исследования – соорудили действующую натурную модель пещеры с 2 входами на разных высотных уровнях [6,7, 13], где

смогли моделировать процессы, происходящие в КЛП. Поскольку спелеологические исследования наиболее массовые в летнее время, то крымская база данных оказалась не полной – в ней отсутствовали зимние данные. Это привело к тому, что все кто ее обрабатывал [19, 20] «потеряли» зону отрицательной температурной аномалии в пещерах Крыма. Анализируя данные, приведенные в книге [5], можно обнаружить, что целый ряд вертикальных колодцев Главной гряды Крымских гор показывают признаки положительной температурной аномалии. Это как раз и служит показателем того, что при наличии круглогодичных наблюдений исследователи пещер Крыма пришли бы к тем же заключениям, что и В.С. Лукин для КЛП.

Что же было дальше? Оказалось, что идея температурных аномалий, предложенная В.С. Лукиным для КЛП, работает не только во всех горизонтальных пещерах со входами на разных высотных уровнях вне зависимости от их расположения, перепадов высот между входами, внешнего климата, но что эта идея может быть модифицирована для пещер всех типов [16]. Тут стоит оговориться, что, действительно, эта идея работает, но как фоновая, для всех пещер, где нет большого притока воды. Теплоемкость воды почти в 30 раз выше, чем у воздуха, поэтому оказывает большое влияние на общее потепление вмещающих пород. Структура климата пещер зависит от движения воздуха в полости, который в той или иной степени вносит изменения в фон нейтральной температуры пещеры (температуру массива, в котором заложена полость). Происходит это при условии, что воды в полость попадает немного, то есть когда тепло, приносимое в полость водой, сравнимо или меньше величины холода, приносимого в полость воздухом. Это могут быть как кратковременные крупные притоки воды (паводки), так и продолжительные малобитные притоки (капели, ручьи и т.д.). В некоторых случаях даже крупные водотоки не нарушают общей картины, поскольку они действуют локально, нарушая местную картину, а не всю ситуацию в полости (как, например, на Пинеге).

Таким образом, положительные и отрицательные температурные аномалии формируются не только в пещерах с 2 входами, но и в других типах полостей. Наклонные нисходящие пещеры как бы представляют обрезанную (нижнюю) часть ситуации в КЛП, а наклонные восходящие пещеры – верхнюю часть [16]. Стоит оговориться, что система климата КЛП затрагивает только привходовые участки пещер. Впрочем, протяженность этой «привходовой» части пещеры может сильно колебаться в зависимости от ситуации (перепад высот между входами, сечение каналов, внешний климат) [2]. Если в КЛП эта зона влияния обычно составляет 250 м, а в зимний период зона сезонного промерзания может достигать 500 м от входа, а в некоторых пещерах и больше, например, в пещере Айсризенвельт (Австрия) эта зона превышает по протяженности 1 км.

Соответственно, при рассмотрении климата конкретной полости нам нужно знать какую часть полости занимает зона внешнего влияния (не путать с переходной зоной). Возможны следующие случаи:

- вся полость перекрыта зоной внешнего влияния (нет нейтральной зоны);
- до половины полости перекрыта зоной внешнего влияния;
- меньшая часть перекрыта;
- очень малая часть перекрыта.

Соответственно, в каждом случае мы будем иметь разные обстановки климата пещеры. Когда мы говорим о теплых и холодных пещерах, то речь идет о пещерах с большим внешним влиянием. Если зона внешнего влияния невелика, то внутреннюю часть полости определяет состояние массива пород, в котором находится полость. Например, в КЛП, которая расположена примерно на одном уровне от поверхности, температура в нейтральной зоне почти везде одинакова. В горных районах для крупных пещерных систем в целом характерно увеличение температуры в «нейтральной зоне» с глубиной. Есть, конечно, и исключения. Например, в пещере Илюхинской на массиве Арабика (Кавказ) температура по всей глубине примерно одинаковая – около 2°C. Но это связано с охлаждающим влиянием талых вод с поверхностных снежников. В горных пещерах влияние внешнего климата невелико и затрагивает только краевые участки пещерных систем, в то время как внутренняя часть практически не затронута внешним влиянием.

Как было показано выше, на фон и на зону влияния внешнего климата в пещере можно

воздействовать. Наглядным примером является пещера Мечкинская (Пермский край). В ней в зоне отрицательной температурной аномалии растет лед, и ее ледяное убранство в начале весны не уступает таковому в КЛП. Однако весеннее половодье буквально «выметает» лед из пещеры и удаляет зону охлаждения практически полностью. Это показывает как велико влияние воды на климат пещер.

Таким образом, характеризуя климат пещеры, мы должны говорить о зоне внешнего влияния в краевых частях пещер, а не о переходной зоне. Температурные аномалии в пещерах возникают потому, что верхние и нижние входы в пещеру сильно пространственно разделены, и зоны внешнего влияния у этих входов не взаимодействуют друг с другом (и потому не компенсируют друг друга) из-за большого расстояния между входами [16]. Температурные аномалии гасятся противотоком воздуха из «нейтральной зоны» при сезонных переключениях тяги воздуха в пещере лишь частично, что, собственно, и позволяет им существовать.

Исследования на натуральных и математических моделях показали, что на климат пещер можно воздействовать искусственно. Вернее, речь идет о климате внешних частей пещер, то есть о зонах температурных аномалий. Именно благодаря этому открытию, В.С. Лукину удалось восстановить утраченное оледенение КЛП [12, 13], а также создать проекты и действующие модели безмашинных холодильников [13, 14].

К сожалению, открытие В.С. Лукиным температурных аномалий в пещерах до сих пор не воспринято международным спелеологическим сообществом. Мало того, не все исследователи КЛП поддерживали эту теорию.

Если посмотреть на характер изменения оледенения КЛП, который напрямую зависит от «самочувствия» зоны отрицательной температурной аномалии в пещерах, то мы сможем увидеть, что все потепления в пещере четко приурочены к периодам, когда пещера не проветривалась [17]. И наоборот, все периоды стабилизации и роста оледенения связаны с хорошим проветриванием пещеры. Почему искусственное проветривание КЛП так важно? Потому, что после сооружения входных туннелей произошло изменение системы циркуляции воздуха в пещере, к которому добавилось увеличение потока туристов.

Еще одним важным достижением В.С. Лукина в этой области явилась оценка влияния различных факторов на оледенение пещер. Используя состояние пещеры на входе и на выходе, В.С. Лукин получил количественные показатели этих факторов для КЛП [13]. Оказалось, что зимой при выносе тепла из пещеры примерно 30% обусловлено испарением воды и льда, а 3% - за счет уменьшения плотности восходящих потоков воздуха в полости. Около 99% холода аккумулируется в пещере за счет охлаждения горных пород и около 1% - за счет формирования гидрогенного и атмогенного льда. Летом на долю процессов, происходящих в пещере, приходится около 38% всего теплопритока, связанного с летней циркуляцией воздуха, в том числе 36% приходится на конденсацию. Таким образом, наблюдения в пещерах убедительно показали, что общей причиной температурных аномалий в зоне аэрации является интенсивный воздухообмен между атмосферой и проницаемыми горными породами (или иными словами – проветривание пещер).

Важным выводом из этих наблюдений стало также понимание, что выявленная естественная аккумуляция зимнего холода и летнего тепла в горных породах может быть использована человеком для своих нужд: строительства низкотемпературных хранилищ, охлаждаемых зимней тягой воздуха, кондиционирования воздуха и ряда других случаев [10, 13, 14]. Так понимание процессов, происходящих в пещерах, дало возможность применить эти знания на пользу человеку.

Как видно из сказанного, В.С. Лукин, обнаружив и объяснив температурные аномалии в пещерах, заложил основы климатологии пещер, которые существенно отличаются в лучшую сторону от существующих в мире, которые продолжают развиваться его учениками – отечественными учеными [1, 2, 3, 4, 8, 18].

Одним из выводов, который можно получить при анализе работ В.С. Лукина является то, что режимные наблюдения за климатом пещер гораздо более важны и весомы, чем эпизодические наблюдения, поскольку только именно они могут служить достоверной базой для дальнейших теоретических построений.

Заключение. Несмотря на то, что имя В.С. Лукина не так широко известно среди карстоведов как, например, имена Г.А. Максимовича, Н.А. Гвоздецкого, В.Н. Дублянского, его вклад в карстоведение и спелеологию очень велик. В данной статье мы рассмотрели его теорию о температурных аномалиях в пещерах гипсового карста, но полученные В.С. Лукиным результаты простираются намного шире и глубже, охватывая практически все пещеры вне зависимости от их расположения и состава горных пород. Эта теория пещерного климата принята у нас в стране, но пока еще не принята в других странах. Это не вполне справедливо, но неизбежно в будущем представления В.С. Лукина лягут в основу всех теорий пещерного климата.

Литература

1. Андрейчук В.Н., Кадебская О.И., Чайковский И.И. Криогенные минеральные образования Кунгурской Ледяной пещеры. – Сосновец-Пермь: Силезский университет – Горный Институт УрО РАН, 2013. – 128 с.
2. Голод В.М., Голод М.П. Микроклимат гипсовых пещер Пинежья // Пещеры Пинежного-Северодвинской карстовой области. – Л., 1974. – С. 128-154.
3. Голод В.М. Математическая модель аэротермогидродинамических процессов в зоне аэрации // Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. – Пермь, 1981. – С. 6-8.
4. Дмитриев В.Е. К вопросу о комплексном подходе к изучению пещерных льдов // Вопросы географии Сибири. – Томск, вып. 13, 1980. – С. 99-102.
5. Дублянский В.Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. – Л.: Наука, 1977. – 182 с.
6. Ежов Ю.А. Действующая модель холодной пещеры // Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. – Пермь, 1981. – С. 83-84.
7. Ежов Ю.А. Моделирование аккумуляции зимнего холода в горных породах // Проблемы геометеорологии и аккумуляции зимнего холода. – Свердловск, 1990. – С. 35-37.
8. Кадебская О.И. Геоэкологическое состояние Кунгурской ледяной пещеры и прилегающей территории, ее охрана и рациональное использование. Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – Пермь, 2004. – 27 с.
9. Кунгурская ледяная пещера: опыт режимных наблюдений // Под ред. В.Н. Дублянского. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 376 с.
10. Лукин В.С. Грунтовые хранилища и холодильники с естественным охлаждением зимней тягой воздуха // Народнохозяйственные проблемы Пермской области. Труды объединенной сессии Уральского филиала Академии наук СССР и Пермского совнархоза, т. 2. – Пермь, 1961. – С. 335-349.
11. Лукин В.С. Наблюдения над воздушным режимом закарстованных массивов на примере Кунгурской ледяной пещеры // Труды Института геологии УФАН СССР, вып. 62. – Свердловск, 1962. – С. 107-119.
12. Лукин В.С. Работы по восстановлению природного режима Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры. – Пермь, вып. 3., 1963. – С. 35-42.
13. Лукин В.С. Температурные аномалии в пещерах Предуралья и критический анализ теорий подземного холода // Пещеры. – Пермь, вып. 5(6), 1965. – С. 164-172.
14. Лукин В.С. Аэрация горных пород – путь к сохранению и использованию зимнего холода и летнего тепла // Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. – Пермь, 1981. – С. 3-5.
15. Мавлюдов Б.Р. Географические закономерности распространения пещер со льдом // Материалы гляциологических исследований. – М., вып. 54, 1985. – С. 193-200.
16. Мавлюдов Б.Р. Климатические системы пещер // Вопросы физической спелеологии. Междисциплинарный сборник. – М.: МФТИ, 1994. – С. 6-24.
17. Мавлюдов Б.Р. Динамика оледенения Кунгурской пещеры за 25 лет // Материалы гляциологических исследований, вып. 82. – М., 1997. – С. 193-198.
18. Мавлюдов Б.Р. Оледенение пещер. – М.: Институт географии РАН, 2008. – 290 с.
19. Соцкова Л.М. Воздушный режим карстовых полостей // Аккумуляция зимнего холода в

- горных породах и его использование в народном хозяйстве. – Пермь, 1981. – С. 11-12.
20. Соцкова Л.М., Дублянский В.Н. Микроклимат карстовых полостей // *Землеведение*, т. 14, 1982. – С. 79-81.
 21. Jancarik A. Klimaticky metod dynamicke jeskyne // *Cesky Kras*, n. 5, 1978. – P. 38-50.
 22. Wigley T.M.L., Brown M.C. Cave meteorology. In: *The Science of Speleology*. Ed. T.D. Ford, C.H.D. Gullingford, London, New York and San Francisco: Academic press, 1976. – P. 329-344.

РАБОТЫ НИКОЛАЯ ГЕОРГИЕВИЧА МАКСИМОВИЧА ПО КАРСТУ И СПЕЛЕОЛОГИИ (к 60-летию со дня рождения)

Ю.И. Степанов

ГИ УрО РАН, 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78 а, тел.: (342) 216-66-08, e-mail: stepanov@mi-perm.ru

5 октября 2014 г. исполняется 60 лет Николаю Георгиевичу Максимовичу, заместителю директора по научной работе Естественнонаучного института Пермского государственного национального исследовательского университета (ЕНИ ПГНИУ), главному редактору сборника «Пещеры», кандидату геолого-минералогических наук, специалисту в области инженерной геологии, гидрогеологии, экологии, деятельность которого тесно связана с исследованием карста и пещер [23].

Еще во время учебы на кафедре инженерной геологии и охраны окружающей среды Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова Николай Георгиевич начал заниматься проблемами карста и пещер [34, 35, 36, 81], одним из направлений было обеспечение безопасности плотин, в основании которых залегают карстующиеся породы.

В 1984 г. в МГУ защитил кандидатскую диссертацию «Постинъекционные процессы при тампонировании гипсоносных карбонатных пород силикатными растворами (на примере Камской ГЭС)». После чего работает в Пермском университете в организованной им лаборатории геологии техногенных процессов, продолжая рассматривать проблемы взаимодействия и надежности тампонажных материалов, используемых для противофильтрационных завес гидротехнических сооружений, содержащих растворимые породы – гипс, соль [3, 4, 5, 7, 8, 39, 58, 74, 113, 122]. Работы проводились на Камской ГЭС, где в результате растворения гипса цементационная завеса потеряла эффективность, что привело к снижению устойчивости плотины ниже критических значений. После тампонирования завесы алюмосиликатным раствором устойчивость плотины была восстановлена. По итогам работ была издана монография «Безопасность плотин на растворимых породах (на примере Камской ГЭС)» [44].

В Таджикистане работы проводились на проектируемых Рогунской [6, 96] и Нижне-Кафирниганской плотинах и были направлены на разработку мероприятий по защите растворимых пород, залегающих в основании. Под его руководством в 2007-2008 годах проводилась оценка карстоопасности и прогноз возможных изменений гидрогеологической обстановки в процессе строительства и эксплуатации сооружений Сангтудинской ГЭС на р. Вахш (Таджикистан), в основании которой залегают карстующиеся гипсоносные породы.

Значительная часть работ Н.Г. Максимовича посвящена различным вопросам изучения карста и пещер. Им рассмотрены теоретические вопросы спелеологии [13] и карстоведения [20, 104], в частности роль карста в эволюции земной коры [16, 41, 102]. Совместно с К.А. Горбуновой выделены типы обстановок карстообразования на территории СССР, в основу которых положен учет сложившихся в течение геологической истории геологических факторов и физико-географических условий (соотношение тепла и влаги) [14, 15, 103]. Изучены закономерности карста Урала и Пермского края [9, 19, 28, 57], в том числе в условиях техногенного воздействия [17, 27, 42, 46, 54, 64, 71, 109, 110, 118, 122], а также на берегах водохранилищ [87, 126]. Результаты работ обобщены в коллективных монографиях «Карст и пещеры Пермской области» [9] и «Природное наследие Урала. Разработка концепции регионального атласа» [25, 31].

С начала XXI века Н.Г. Максимович начинает заниматься проблемами загрязнения окружающей среды при добыче нефти в закарстованных районах. Им изучался механизм загряз-

нения Камского водохранилища в результате разработки Полазненского нефтяного месторождения, расположенного в районе развития сульфатного карста [119, 120]. Для борьбы с загрязнением разработана и запатентована [77, 78, 94] уникальная технология, позволяющая откачивать техногенные скопления нефти без подъема воды на поверхность и проводить очистку от остаточных нефтепродуктов с помощью активизированных аборигенных микроорганизмов [64, 68, 79, 82, 98, 99]. В 2014 г. по результатам исследований под его руководством О.Ю. Мещеряковой была защищена кандидатская диссертация.

Николаем Георгиевичем рассматриваются инженерно-геологические [38, 59] и гидрогеологические [101] закономерности развития карста, в частности при строительстве объектов атомной энергетики в Белоруссии в районе залегания меловых отложений [72].

Значительная часть работ Николая Георгиевича связана с карстом Кизеловского угольного бассейна. Высокая закарстованность, обеспечивающая высокие водопритоки в шахты, наряду с большим содержанием серы в сульфидной форме привела к формированию кислых шахтных вод, тем самым доведя экологическое состояние территории бассейна фактически до экологической катастрофы [27, 40, 55, 115-118]. После закрытия угольного бассейна начался самоизлив кислых шахтных вод и экологическая ситуация еще ухудшилась [76, 80, 112]. Для борьбы с этим явлением были разработаны природоохранные мероприятия на основе использования геохимических барьеров [43] и предложены методы очистки изливов кислых шахтных вод с использованием отходов содового производства, которые прошли опытно-промышленные испытания [48, 62, 100, 114, 121] и получили патенты [50, 51].

В конце 90-х годов для защиты карстовых вод от загрязнения в районе шламохранилищ Николаем Георгиевичем с коллегами из МГУ предложено создавать сорбирующие экраны из природных материалов и отходов производства. Проект реализован на шламохранилище Пашийского цементно-металлургического завода в Пермском крае, для чего использованы карьеры, образованные при добыче алмазов и пройденные до известнякового плотика [47, 56, 75, 126].

Николай Георгиевич уделяет внимание изучению пещер, их минералогии [21, 45, 52, 53, 60, 70, 83-85], в том числе натечных техногенных образований [37, 73], гидрогеологии [10, 24, 111], радиоактивности [59, 97], микробиологии [99], методике их изучения [61], использованию пещер как туристических объектов [67]. Ряд работ посвящен различным аспектам исследования Кунгурской Ледяной [10-12, 22, 30, 69, 84, 85, 95, 105, 106-108] и Ординской [24-26, 45, 49, 61, 111, 125] пещер. Он является соавтором коллективной монографии о Кунгурской Ледяной пещере [31], 3 научно-популярных книг о пещерах [18, 63, 86]. Им публикуются материалы о выдающихся карстововедах России [29, 65, 66, 123, 124] и подготовлены 2 книги [32, 33].

За годы научной деятельности Николаем Георгиевичем опубликовано более 420 научных работ в 25 странах мира на 5 языках (из них 54 за рубежом, 47 в журналах из списка, рекомендованных ВАК, а также Web of Science и Scopus), в том числе 3 учебных пособия, 14 монографий и 1 атлас. Он является автором 6 патентов, четырех научно-популярных книг и ряда публикаций в периодической печати. Имеет достаточно высокий индекс Хирша – 6.

С 2008 г. является главным редактором издаваемого с 1947 г. сборника научных трудов «Пещеры» [88-93], который в настоящее время стал выходить регулярно раз в год. Николай Георгиевич входил в оргкомитеты совещаний по карсту и спелеологии (Кунгур, 2008, 2014; Набережные Челны, 2010; Архангельск, 2011). Участник многих форумов по карсту (Международный конгресс «9 Congreso Internacional de Espeleologic», 1986, Испания; Международный симпозиум спелеологов «Проблемы комплексного изучения карста горных стран», Грузия, 1987; международный конгресс «International Congress of Speleology», Венгрия, 1989; международный конгресс «The X1 International congress of Speleology», Китай, 1993; Международный симпозиум «Changing Karst Environments: Hydrogeology, Geomorphology and Conservation», Великобритания, 1994; Международная научно-практическая конференция «Кунгурская ледяная пещера 300 лет научной и туристской деятельности», Кунгур, 2003; международная конференция «The international Conference on Karst Hydrogeology and Ecosystems», США, 2003; Международный симпозиум «Карстование – XXI век: теоретическое и практическое значение», Пермь, 2004; Международная конференция и полевой семинар «Water resources & environmental problems in karst», Югославия, 2005; Международный конгресс «6th Congress The Inter-

national show caves association», Словакия, 2010; Международный семинар «5th International Workshop on Ice cave IWIC-V», Италия, 2012; Международный конгресс «Scientific research in show caves: abstracts international congress», Словения, 2012).

В последние годы принимает участие в экспедициях по изучению карста Кавказа и Урала. В 2012 г. в Кабардино-Балкарии исследовалось уникальное карстовое озеро Церик-Кель.

Исследовались карст и пещеры Башкирии, Оренбургской области. В 2013 г. состоялись экспедиции на Ямал, хребет Янганапе [1], в Дурнятскую котловину [2], на север Пермского края.

Николай Георгиевич является членом Российской национальной группы Международной ассоциации инженеров-геологов, внештатным сотрудником Института карстоведения и спелеологии и Украинского института спелеологии и карстологии, членом Русского географического общества, ассоциированным членом международной ассоциации экскурсионных пещер мира, Союза изыскателей, ревизионной комиссии «Ассоциации Инженерные изыскания в строительстве». В середине 90-х годов участвовал в организации Итало-Российского института экологических исследований и образования, объединяющего специалистов в области экологии. С 1996 г. является действительным членом международной Академии экологии и безопасности жизнедеятельности.

Награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II-ой степени (2004), почетной грамотой Министерства образования Российской Федерации (2003), почетным дипломом Академии наук СССР за цикл научных работ (1985), почетной грамотой Федерального агентства по науке и инновациям (2006), дважды лауреат Пермского университета (1984 и 1991), присужден нагрудный знак «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» (2009).

Николай Георгиевич много путешествует – он посетил более 70 стран, во время поездок старается посещать районы развития карста и пещер.

Пожелаем Николаю Георгиевичу, несмотря на активную научно-производственную деятельность в различных направлениях геологических наук, больше внимания уделять карсту и спелеологии.

Литература

1. Асланьян Ю.И. Сокровища Янганапэ // Компаньон. – 6 (74). – 2013. – С. 58-63;
URL: <http://newsko.ru/news/archive/km/06/09/2013/kompanion-magazine.html>
2. Асланьян Ю.И. Тайны Дурнятской котловины // Компаньон. – 4 (81). – 2014. – С. 78-81;
URL: http://nsi.psu.ru/misc/km81_dk.pdf
3. Болотина И.Н., Воронкевич С.Д., Максимович Н.Г. О возможности техногенных биогеохимических явлений при силикатизации гипсоносных пород // Вестн. Моск. ун-та. – 1986. – Сер. 4. Геология. – № 4. – С. 49-53; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0058.html
4. Воронкевич С.Д., Емельянов С.Н., Максимович Н.Г., Морозов С.В. Постинъекционное воздействие на геологическую среду при закреплении грунтов и методы его изучения // Подземные воды и эволюция литосферы. – М.: Наука, 1985. – Т. 2. – С. 459-462;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0050.html
5. Воронкевич С.Д., Емельянов С.Н., Максимович Н.Г. Моделирование методом конечных элементов влияния постинъекционных процессов на эффективность противодиффузионной завесы // Приложение численных методов к задачам геомеханики: Межвуз. сб. науч. тр. МИСИ. – М., 1986. – С. 90-99;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0060.html
6. Воронкевич С.Д., Емельянов С.Н., Морозов С.В., Максимович Н.Г. Методика оценки изменения во времени качества противодиффузионных завес в скальных растворимых грунтах // Энергетическое строительство. – 1987. – № 7. – С. 15-18;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0071.html
7. Воронкевич С.Д., Максимович Н.Г., Емельянов С.Н. Основы методики изучения постинъекционных процессов при химическом тампонировании скальных пород оснований плотин // Инженерная геология. – 1987. – № 1. – С. 37-49;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0072.html
8. Воронкевич С.Д., Максимович Н.Г., Коломенский Е.Н., Шишлячева В.Н. Основные законо-

- мерности постинъекционного взаимодействия силикатных растворов с подземными водами // Инженерная геология. – 1985. – № 2. – С. 42-54;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0052.html
9. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. – Пермь, 1992. – 200 с.; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0129.pdf
 10. Горбунова К.А., Блинов С.М., Максимович Н.Г., Дорофеев Е.П. Факторы формирования режима подземных вод района Кунгурской пещеры // Вестник Перм. ун-та. – Пермь, 1997. – Вып. 4. Геология. – С. 148-162; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0178.html
 11. Горбунова К.А., Дорофеев Е.П., Максимович Н.Г. Кунгурская пещера как объект научных исследований // Пещеры. Итоги исследований: межвуз. сб. науч. тр. – Пермь, 1993. – Вып. 23-24. – С. 113-120; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0134.html
 12. Горбунова К.А., Дорофеев Е.П., Максимович Н.Г., Минькевич И.И. Исследование процесса растворения гипсо-ангидритов в условиях Кунгурской пещеры // Пещеры. – Пермь, 1986. – Вып. 20. – С. 39-47; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0061.html
 13. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. Основные направления развития спелеологии // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер: тез. докл. 5 Всесоюз. совещ. – Киев, 1987. – С. 4-6; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0076.html
 14. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. Опыт выделения мегатипов закарстованных территорий // Гидрогеология и карстование. Методика изучения карста: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. – Пермь, 1987. – С. 81-86; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0075.html
 15. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. Типы обстановок карстообразования на территории СССР // Инженерная геология. – 1988. – № 4. – С. 93-97; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0087.html
 16. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. Спелеогенез и эволюция земной коры // International Cong. of Speleology. – Budapest, 1989. – Т. II. – P. 386-387; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0099.html
 17. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. Техногенное воздействие на закарстованные территории Пермской области // География и природные ресурсы. – 1991. – № 3. – С. 42-46; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0122.html
 18. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. В мире карста и пещер. – Пермь: Изд-во ТГУ, 1991. – 120 с. URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/0120.pdf>
 19. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. Закономерности распространения карста в Пермской области // Инженерная геология карста: докл. Междунар. симпоз. – Пермь, 1993. – Т. 2. – С. 108-111; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0135.html
 20. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. Тектоническая зональность карста // Proceeding of the X1 Int. congress of Speleology. – Beijing, China, 1993. – P. 10.
 21. Горбунова К.А., Молоштанова Н.Е., Максимович Н.Г. Экзогенное минералообразование в Кунгурской пещере // Моделирование геологических систем и процессов: мат. регион. конф. – Пермь, 1996. – С. 263-265; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0171.html
 22. Горбунова К.А., Молоштанова Н.Е., Максимович Н.Г., Яцина И.И. Геохимически измененные породы и вторичные минеральные образования Кунгурской пещеры // Кунгурская ледяная пещера. – Пермь, 1995. – С. 26-58; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0159.pdf
 23. Земсков А.Н. Николаю Георгиевичу Максимовичу – 60 лет. Геология и полезные ископаемые Западного Урала: статьи по материалам регион. науч.-практ. конф. / гл. ред. Р.Г. Ибламинов; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2014. – С. 169-172.
 24. Кадебская О.И., Максимович Н.Г. Геологические, гидрогеологические и гидрогеохимические предпосылки формирования Ординской пещеры // Пещеры: межвуз. сб. науч. тр. Перм. ун-т. – Пермь, 2009. – Вып. 32. – С. 12-21; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0364.pdf>
 25. Кадебская О.И., Максимович Н.Г. Пещеры Урала // Природное наследие Урала. Разработка концепции регионального атласа / под науч. ред. чл.-корр. РАН А.А. Чибелева и акад. РАН В.Н. Большакова. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. – С. 408-424; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2012/0398.pdf>
 26. Кадебская О.И., Максимович Н.Г., Жакова У.В. Карстовые формы в районе Ординской пещеры (Пермский край, Россия) // Спелеология и карстология. – 2009. – № 3. – С. 60-65; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0365.pdf>
 27. Катаев В.Н., Максимович Н.Г., Блинов С.М. Загрязнение карстовых вод Кизеловского уголь-

- ного бассейна // География и природные ресурсы. – 1995. – № 1. – С. 57-60;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0160.html
28. Катаев В.Н., Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Типы карста Пермского края // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2013. – Вып. 1. – С. 56-66;
URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2013/0398.pdf>
29. Книга об известном российском карстоведе К.А. Горбуновой // Уральский геологический журнал, 2003.- № 1 (31). – С.137-140. – [Рец. на кн.: Геолог–карстовец К.А. Горбунова / Сост. Е.Г. Максимович, Н.Г. Максимович]. http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0263.html
30. Костарев В.П., Малахова Т.Е., Малахов В.Е., Максимович Н.Г. Об основах геоэкологического мониторинга и роль в нем инженерно-геологических изысканий // Проблемы гидроэкологии Башкирии: тез. докл. и сообщ. науч.-практ. конф. - Уфа, 1992. – С. 74-75;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0131.html
31. Кунгурская Ледяная пещера: опыт режимных наблюдений / под ред. В.Н. Дублянского. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 376 с. – [Гл. 13. Отложение / Н.Е. Молоштанова, Н.Г. Максимович, В.Н. Дублянский, Б.Р. Мавлюдов, У.В. Назарова];
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/0284/ng_0284_01.html
32. Максимович Е.Г., Максимович Н.Г. Геолог-карстовец К.А. Горбунова (1925-1996). – Пермь: Изд-во «Курсив», 2002. – 240 с.; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0247.pdf
33. Максимович Е.Г., Максимович Н.Г., Катаев В.Н. Георгий Алексеевич Максимович – Пермь: Изд-во Курсив, 2004. – 512 с.; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0271.pdf
34. Максимович Н.Г. Карбонатные сталактиты и сталагмиты в подвале Московского университета // Пещеры. – Пермь, 1976. – Вып. 16. – С. 24-35;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/002/ng_002.html
35. Максимович Н.Г. Сталактиты в подвалах // Пещеры. – Пермь, 1978. – Вып. 17. – С. 118-119;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_003.html
36. Максимович Н.Г. Роль покровных отложений при инженерно-геологической оценке гипсового карста северной части Кунгурского района // Региональная геология некоторых районов СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – Вып. 4. – С. 148-154;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0020.html
37. Максимович Н.Г. Карбонатные сталактиты и сталагмиты в подвале Московского университета // Пещеры. – Пермь, 1976. – Вып. 16. – С. 24-35;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/002/ng_002.html
38. Максимович Н.Г. Роль покровных отложений при инженерно-геологической оценке гипсового карста северной части Кунгурского района // Региональная геология некоторых районов СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – Вып. 4. – С. 148-154;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0020.html
39. Максимович Н.Г. Исследование взаимодействия гипса с щелочными растворами в связи с химическим уплотнением пород основания Камской ГЭС // Региональная геология СССР. – М.: МГУ, 1986. – Вып. 7. – С. 76-83; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0063.html
40. Максимович Н.Г. Геохимия угольных месторождений и окружающая среда // Вестник Перм. ун-та. – Пермь, 1997. – Вып. 4. Геология. – С. 171-185;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0179.html
41. Максимович Н.Г. Особенности эволюции земной коры в районах развития карстующихся карбонатных пород // Литология и нефтегазоносность карбонатных отложений: материалы II Всерос. литол. совещ. и VIII Всерос. симпоз. по ископаемым кораллам и рифам, 5-7 июня 2001 г., Сыктывкар. – Сыктывкар, 2001. – С. 44-45;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0235.html
42. Максимович Н.Г. Пути решения экологических проблем, связанных с развитием карста в угледобывающих районах // Карстование – XXI век: теоретическое и практическое значение: материалы Междунар. симпоз. 25-30 мая 2002, Пермь (Россия). – Пермь, 2004. – С. 307-312; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0274.html
43. Максимович Н.Г. Использование геохимических барьеров для решения проблем угольной промышленности // Экологическая реабилитация промышленных производств и территорий – Пермь, 2005. – С. 267-281; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0279.html
44. Максимович Н.Г. Безопасность плотин на растворимых породах (на примере Камской ГЭС). Избранные труды. – Пермь: ООО ПС «Гармония», 2006. – 212 с.;
URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2006/0298.pdf>
45. Максимович Н.Г. Минералогия Ординской пещеры // Проблемы минералогии, петрогра-

- фии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского: сб. науч. ст. – Пермь, 2008. – Вып. 11. – С. 72-77; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2008/0332.pdf>
46. Максимович Н.Г. Пути решения экологических проблем, связанных с развитием карста в угледобывающих районах // Экология и охрана труда. – 2009. – № 5. – С. 12-18; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0363.pdf>
 47. Максимович Н.Г. Использование геохимических барьеров для создания экрана в основании шламохранилища // Промышленная безопасность и экология. – 2009. – № 7-8 (40-41). – С. 36-40; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0356.pdf>
 48. Максимович Н.Г. Использование геохимических барьеров для очистки изливов кислых вод Кизеловского угольного бассейна // Инженерная геология. – 2011. – Сентябрь. – С. 20-25; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2012/0384.pdf>
 49. Максимович Н.Г. Тайна Ординской пещеры // Уральский следопыт. – 2013. – № 02 (668). – С. 20-27; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2013/0400.pdf>
 50. Максимович Н.Г., Басов В.Н., Холостов С.Б. Установка для нейтрализации кислых шахтных вод / Патент на полезную модель № 50218 РФ МПК7 С 02 F 1/66; заявитель и патентообладатель ФГНУ «Естественнонаучный институт». – № 2005106661; заявл. 14.03.05; опубл. 27.12.05. Бюл. «Изобретения. Полезные модели». – № 36 (II ч.). – с. 350; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0283.html
 51. Максимович Н.Г., Басов В.Н., Холостов С.Б. Способ нейтрализации кислых шахтных вод и установка для его осуществления / Патент на изобретение № 2293063 РФ МПК С 02 F 1/66; заявитель и патентообладатель ФГНУ «Естественнонаучный институт». – № 2005106659/15; заявл. 14.03.2005; опубл. 10.02.07, Бюл. «Изобретения. Полезные модели». – № 4. – с. 350; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2007/325.pdf>
 52. Максимович Н.Г., Бельтюкова Н.В. Вторичные минералы карбонатных карстовых пещер // Пещеры. – Пермь, 1981. – Вып. 18. – С. 59-70; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0029.html
 53. Максимович Н. Г., Бельтюкова Н. В. Климатогенные минералы-индикаторы карбонатных карстовых пещер // Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве: тез. докл. Кунгурской науч.-техн. конф. – Пермь, 1981. – С. 64-65; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0030.html
 54. Максимович Н.Г., Блинов С.М. Изменение условий развития карста под влиянием сброса шахтных вод Кизеловского угольного бассейна // Гидрогеология и карстование: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. – Пермь, 1997. – Вып. 12. – С. 184-186; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0180.html
 55. Максимович Н.Г., Блинов С.М., Малеев Э.Е. Техногенные изменения геологической среды Кизеловского района // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала: Межвуз. сб. науч. тр. – Пермь, 1994. – С. 32-39; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0150.html
 56. Максимович Н.Г., Блинов С.М., Сергеев В.И., Савенко В.С., Шимко Т.Г. Разработка комплексного экрана для защиты подземных вод в районе шламохранилища / Уральский геологический журнал. – 2000. – № 2(14). – С. 153-166; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0217.html
 57. Максимович Н.Г., Болотов Г.Б. Особенности карстового рельефа Полазненского участка // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1982. – С. 84-87; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0037.html
 58. Максимович Н.Г., Воронкевич С.Д. Взаимодействие алюмосиликатных гелей с минерализованными водами и его инженерно-геологическое значение // Вестн. Моск. ун-та. – 1983. – Сер. 4. Геология. – № 4. – С. 78-87; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0040.html
 59. Максимович Н.Г., Гершанок В.А., Мещерякова О.Ю., Растегаев А.В. Радиоактивность и инженерно-геологические особенности карстовых массивов // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2011/0384.pdf>
 60. Максимович Н.Г., Зарницын Ю.А. Рентгенометрическое изучение глиняных натечков пещеры Геологов-2 // Карст Нечерноземья: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. – Пермь, 1980. – С. 136-137; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0019.html
 61. Максимович Н.Г., Кадебская О.И., Жакова У.В. Методические особенности спелеоподводного изучения карста // Инженерные изыскания. – 2010. – № 8. – С. 30-36; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0369.pdf
 62. Максимович Н.Г., Крюкова О.С. Разработка процессов взаимной нейтрализации производ-

- ственных отходов содового производства, кислых шахтных вод и шахтных отвалов для защиты окружающей среды региона // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – № 1; <http://www.science-education.ru/101-5401>;
URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2012/0388.pdf>
63. Максимович Н.Г., Максимович Е.Г., Лавров И.А. Ординская пещера: Длиннейшая подводная пещера России. – Пермь, 2006. – 63 с.; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/320.pdf>
 64. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Методы борьбы с нефтяным загрязнением на закарстованных берегах водохранилищ // *Экология урбанизированных территорий*. – 2009. – № 4. – С. 55-58; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0359.pdf>
 65. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Вклад Г.А. Максимовича в развитие научной спелеологии // *Пещеры: охрана, история исследований, культура, туризм, современное состояние и перспективы научных исследований в пещерах на территории бывшего СССР: сб. материалов: науч.-практ. конф. 1-4 ноября 2009*. – Красноярск, 2009. – С. 8-12; <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0349.pdf>
 66. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Роль Г.А. Максимовича в развитии научной спелеологии // *Спелеология и карстология*, № 2, 2009. – С. 5-10; <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0360.pdf>
 67. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Спелеологические и спелестологические объекты мирового значения // *Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук. Сборник мат. Межд. науч.-практ. конф.* – Набережные Челны: НГПИ, 2010. – С. 325-332; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2010/0372.pdf>
 68. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю., Хмурчик В.Т. Микробиологические процессы при нефтяном загрязнении карстовых массивов // *Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов*. – Вып. 12. – М: ИПЦ «Луч», 2010. – С. 89-93; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2010/00367.pdf>
 69. Максимович Н.Г., Миночкина Ю.Н. Публикации о Кунгурской Ледяной пещере в сборниках научных трудов «Пещеры» // *Комплексное использование и охрана подземных пространств: Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию юбилею науч. и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рождения В. С. Лукина (23-31 мая 2014 года) / ГИ УрО РАН; под общей ред. О. Кадебской*. – Пермь, 2014. – С. 27; <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2014/0417.pdf>
 70. Максимович Н. Г., Молоштанова Н. Е., Назарова У. В., Шлыков В. Г. Новообразования мирабилита-тенардита в Кунгурской ледяной пещере // *Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П. Н. Чирвинского: материалы науч. конф. / Перм. ун-т*. – Пермь, 1999. – С. 47-48; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0201.html
 71. Максимович Н.Г., Первова М.С. Особенности нефтяного загрязнения закарстованных территорий Пермского края // *Сергеевские чтения: материалы годичной сес. Научн. совета РАН по пробл. Геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии* – М.: ГЕОС, 2008. – Вып. 10. – С. 224-228; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2008/0339.pdf>
 72. Максимович Н.Г., Первова М.С. О необходимости учета развития мелового карста при строительстве крупных объектов в Беларуси // *Строительная наука и техника*. – 2009. – № 3(24). – С. 79-82; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0354.pdf>
 73. Максимович Н.Г., Потапов С.С., Мещерякова О.Ю. Натечные техногенные минеральные образования // *Пещеры: сб. науч. тр.* – Естественнонаучный институт Перм. гос. ун-та. – Пермь, 2010. – Вып. 33. – С. 72-81; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2010/0373.pdf>
 74. Максимович Н.Г., Сергеев В.И. Влияние химического инъекционного закрепления на устойчивость гипса в основании гидротехнических сооружений // *Гидротехническое строительство*. – 1983. – № 7. – С. 30-32; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0041.html
 75. Максимович Н.Г., Сергеев В.И., Шимко Т.Г. Комплексный экран для защиты подземных вод в районе размещения шламов газоочистки // *Экология и промышленность России*. – 2006. – Декабрь. – С. 4-7; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2006/0307.pdf>
 76. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. – Пермь: Изд-во ПГУ, 2011. – 248 с.; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2011/0381.pdf>
 77. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т. Пробоотборник / Патент на полезную модель № 54398 РФ МПК E21B 49/08; заявитель и патентообладатель ФГНУ «Естественнонаучный институт». – № 2005139519/22; заявл. 16.12.05; опубл. 27.06.06, Бюл. «Изобретения. Полезные модели». – № 18 (III ч.). – С. 869-870; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2006/0311.html>
 78. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т. Консорциум штаммов углеводородоокисляющих бактерий

- pseudomonas aeruginosa нд кз-1 и pseudomonas fluorescens нд кз-2 в качестве деструктора нефтепродуктов и способ очистки нефтезагрязненных подземных вод. Патент на изобретение № 2312719 РФ МПК В 09 С 1/10, С 12 N 1/26; заявитель и патентообладатель ООО «Лукойл-Пермь». – № 2006104797/13; заявл. 15.02.2006; опубл. 20.12.2007. Бюл. «Изобретения. Полезные модели». – № 35; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2007/330.pdf>
79. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т., Мещерякова О.Ю. Опыт очистки подземных вод от нефтяного загрязнения биологическими методами // Промышленная безопасность и экология. – 2009. – № 4(37). – С. 34-36; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0351.pdf>
 80. Максимович Н.Г., Черемных Н.В., Хайрулина Е.А. Экологические последствия ликвидации Кизеловского угольного бассейна // Географический вестник. – 2006. – № 2. – С. 128-134; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2006/0309.pdf>
 81. Маринин А.А., Максимович Н.Г. Искусственная пещера в долине Тулвы // Пещеры. – Пермь, 1971. – Вып. 10-11. – С. 195-196; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_001.html
 82. Мещерякова О.Ю., Максимович Н.Г. Особенности нефтяного загрязнения карстовых районов // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы юбилейной конф., посвященной 80-летию геолог. ф-та и 95-летию Перм. ун-та / гл. ред. Р. Г. Ибламинов. – Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2011. – С. 188-190; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2011/0383.pdf>
 83. Молоштанова Н.Е., Максимович Н.Г., Назарова У.В. Минеральный состав отложений Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. – Пермь, 2001. – Вып. 27/28. – С. 116-128; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0243.html
 84. Молоштанова Н.Е., Максимович Н.Г., Шлыков В.Г. Трансформация минералов глин в отложениях Кунгурской пещеры // Вестник Перм. ун-та. – Пермь, 1999. – Вып. 3. Геология. – С. 232-237; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0201.html
 85. Молоштанова Н.Е., Шлыков В.Г., Максимович Н.Г. Новообразование целестина в Ледяной пещере // Кунгурская Ледяная пещера. – Пермь, 1995. – С. 59-62; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0168.html
 86. Ординская пещера. Познание / В. Лягушкин, Б. Ващенко, Н. Максимович, И. Лавров, Н. Паньков, И. Шумейко, А. Климчук, Е. Рунков. – М: Студия «4+4», 2011. – 160 с.
 87. Печеркин А.И., Максимович Н.Г., Болотов Г.Б., Закоптелов В.Е. Пещеры и другие карстовые формы в гипсах и ангидритах на побережье Камских водохранилищ // Пещеры. – Пермь, 1981. – Вып. 18. – С. 55-58; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0033.html
 88. Пещеры: сб. науч. тр. гл. ред. Максимович Н.Г. / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2008. – Вып. 31 – 337 с.; URL: <http://nsi.psu.ru/cave/vipuski/v31.pdf>
 89. Пещеры: сб. науч. тр. гл. ред. Максимович Н.Г. / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2009. – Вып. 32. – 234 с.; URL: <http://nsi.psu.ru/cave/vipuski/v32.pdf>
 90. Пещеры: сб. науч. тр. гл. ред. Максимович Н.Г. / Естественнонаучный институт Перм. гос. ун-та. – Пермь, 2010. – Вып. 33. – 186 с.; URL: <http://nsi.psu.ru/cave/vipuski/v33.pdf>
 91. Пещеры: сб. науч. тр. гл. ред. Максимович Н.Г. / Естественнонаучный ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та. – Пермь, 2011. – Вып. 34. – 174 с.; URL: <http://nsi.psu.ru/cave/vipuski/v34.pdf>
 92. Пещеры: сб. науч. тр. гл. ред. Максимович Н.Г. / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – 171 с.
 93. Пещеры: сб. науч. тр. гл. ред. Максимович Н.Г. / Естественнонаучный ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та. – Пермь, 2013. – Вып. 36. – 179 с.
 94. Попов Л.Н., Максимович Н.Г. Установка для откачки нефтесодержащей жидкости из скважины / Патент на полезную модель № 81522 РФ; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «Пермский государственный университет». – № 2008139538; заявл. 07.10.2008; опубл. 20.03.2009.; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2008/342.pdf>
 95. Потапов С.С., Паршина Н.В., Кадебская О.И., Сивинских П.Н., Максимович Н.Г. Эфемерные (сезонные) минералы в Кунгурской Ледяной пещере // Пещеры: сб. науч. тр. / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2008. – Вып. 31. – С. 112-119; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2008/0343.pdf>
 96. Сергеев В.И., Бородин Л.А., Максимович Н.Г. Возможность инъекционного доуплотнения пород на участке развития соляного «оголовка» в основании Рогунской ГЭС // Карст Средней Азии и горных стран: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. – Ташкент, 1979. – С. 130-131; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0010.html
 97. Тестов Б.В., Шихов Н.И., Максимович Н.Г., Лавров И.А. Кунгурская ледяная пещера и радон // Вестник Уральского отделения РАН. – Екатеринбург, 2003. – № 1(3): Наука. Общество. Человек. – С. 49-54; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0269.html

98. Хмурчик В.Т., Максимович Н.Г. Использование аборигенной микрофлоры для борьбы с нефтяным загрязнением подземных вод // Вестник Пермского университета. Биология. – 2007. – № 5(10). – С. 123-126; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2007/0326.pdf>
99. Хмурчик В.Т., Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Микроорганизмы, карст, нефть и спелеогенез // Пещеры: сб. науч. тр. – Естественнонаучный институт Перм. гос. ун-та. – Пермь, 2010. – Вып. 33. – С. 130-135; URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2010/0374.pdf>
100. Холостова О.С., Холостов С.Б., Максимович Н.Г. Опыт использования отходов содового производства для очистки кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна // Инженерная экология. – 2006. – № 3. – С. 46-54.
101. Gorbunova K.A., Maximovich N.G. Types of karst water discharge in gypsum-anhydrite karst region // Europ. regional conf. of speleology. – Sofia, 1980. – P. 61; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0024.html
102. Gorbunova K.A., Maximovich N.G. Typological zonation of karst in the USSR // Communication 9 Congress Int. de Espeleologic. – Barcelona, 1986. – Vol. 1. – P. 191-193; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0069.html
103. Gorbunova K.A., Maximovich N.G. Types of conditions for karst formation in the USSR // Soviet Engineering Geology (Inzhenernaya Geologiya), 1988. – № 4. – P. 75-81; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0093.html
104. Gorbunova K.A., Maximovich N.G. Karst breccias – as a genetic variety of quaternary deposits // Abstracts Int. union for Quaternary research XIII Int. congress, Beijing, China, 1991. – P. 117.
105. Gorbunova K.A., Maximovich N.G. The Program of Investigation in Kungur Ice Cave // Newsletter. Geology, Climate, Hydrology and Karst Formation. Project IGCP 299. – Guilin (China). – 1994. – P. 36; http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0155.html
106. Gorbunova K.A., Maximovich N.G. Formation of sulfate-calcic waters in Kungur Cave massif // Cave and Karst Science: Abstract. – 1994. – Vol. 21. – № 1. – P. 12.
107. Gorbunova K.A., Maximovich N.G., Blinov S.M., Kraev V.G. Factors determining underground water regime of Kungur Cave (the Urals) // The Proceedings of Karst-Water Environment Symposium. – Blacksburg, 1997. – P. 150; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0182.html
108. Gorbunova K.A., Maximovich N.G., Blinov S.M., Sychkina G.A. Karst water level regime of Kungur cave // Kras i speleologia. – Poland, 1998. – T. 9 (XV111). – P. 118-124; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0190.html
109. Gorbunova K.A., Maximovich N.G., Kostarev V.P. Technogenic activation of karst sinks in Perm region // Proceeding 7 Int. Congress Ass. of Engineering Geology. – V. 3. – Portugal, Lisbon, 1994. – P. 1929-1931; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0156.html
110. Gorbunova K.A., Maximovich N.G., Kostarev V.P., Andreichuk V.N. Technogenic impact on the Karst in Perm region // Studia carstologica. – 1990. – № 2. – P. 37-43; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0117.html
111. Lavrov I., Maximovich E., Maximovich N. Ordinskaya cave – the longest underwater cave in Russia // Water Resources and Environmental Problems in Karst: Proceedings of the International conference and free seminars, Serbia and Montenegro, 13-19 September 2005. – Belgrade, 2005. – P. 771-776; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0291.html
112. Maximovich N.G. Impacts of Kizel coal mining on environment // Newsletter. – Guilin, China, 2004. – P. 93; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0276.html
113. Maximovich N.G. Dams on gypsiferous — a possible source of Disaster // International Symposium on Latest Natural Disasters - New Challenges for Engineering Geology, Geotechnics and Civil Protection: Abstract Book – Sofia, Bulgaria [Электронный ресурс]. – Sofia, 2005. URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0293.html
114. Maximovich N. Use of alkaline waste products for acid mine water purification // Engineering geology for tomorrow's cities: 10th Congress of the International Association for Engineering geology and the Environment: 6-10 Sept. 2006, Nottingham, United Kingdom. – Electronic optical disks (CD-ROM); URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2006/0318.pdf>
115. Maximovich N.G., Blinov S.M., Menshikova E.A. The influence of Kizel coal basin on the river ecology conditions // Abstracts XIII international Congress on carboniferous-permian. – Poland, Krakow. – 1995. – P. 99; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0169.html
116. Maximovich N.G., Gorbunova K.A. Geochemical aspects of the geological medium changes in coal fields // Proceeding 6 Int. Congress Int. Ass. Of Engineering Geology. A.A. Balkema. – Rotterdam, 1990. – P. 1457-1461; URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0119.html
117. Maximovich N.G., Gorbunova K.A. Geological conditions of Kizel coal basin mining // XII I Inter-

- national Congress on Carboniferous and Permian Geology and Stratigraphy: Abstracts, Buenos Aires, Sept. 1991. – Buenos Aires, Sept. – 1991. – P. 60-61.
118. Maximovich N.G., Kataev V.N., Blinov S.M. Consequence of the Kizel Coalfield acid mine water disposal into karst cavities // Proceeding of the 8-th Int. Symposium on Waterrock Interaction-WRI-8. – Russia, Vladivostok, 1995. – P. 885-888.
 119. Maximovich N.G., Kazakevich S.V., Hmurchik V.T. Development of methods protection of the Kama reservoir from oil pollution // Quality and management of water resources: 3rd Symposium : book of proceedings. – St. Petersburg, 2005. – P. 362-369;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0295.html
 120. Maximovich N.G., Kazakevitch S.V., Khmurchik V.T., Nikiforov V.V. Oil pollution of the hydrosphere of karst areas // Актуальные проблемы геохимической экологии: мат. V Междунар. биогеохим. школы (8-11 сент. 2005 г.). – Семипалатинск, 2005. – С. 374-375;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0296.html
 121. Maximovich N., Khayrulina E. Artificial geochemical barriers for environmental improvement in a coal basin region // Environmental Earth Science. Published online February, 2014;
URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s12665-014-3099-7>
 122. Maximovich N.G., Meshcheryakova O.Y. The influence of gypsum karst on hydrotechnical constructions in Perm region // Geological Engineering Problems in Major Construction Projects: Proceedings of the International Symposium and the 7th Asian Regional Conference of IAEG, September 9-11, 2009. Chengdu, China. – Vol. 2. – P. 604-607;
URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2009/0352.pdf>
 123. Maximovich N.G., Maximovich E.G. Role of K.A. Gorbunova in studying of karst hydrogeology and ecosystems // Proceedings from the international Conference on Karst Hydrogeology and Ecosystems, Bowling Green, Kentucky USA, June 3-6, 2003. P. 25;
http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0270.html
 124. Maximovich N.G., Maximovich E.G. In memory of K.A. Gorbunova (1925-1996), distinguished Russian Karst Researcher // Newsletter. – Guilin, China, 2004. – P.114;
http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0277.html
 125. Maximovitch N., O. Shumilova Ordinskaya Cave – The Longest Underwater Cave in Russia // 3-rd International Workshop on ice Caves: Proceedings, Kungur ice Cave, Perm region, Russia May 12-17, 2008. – 2008. – P. 105-107. <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2008/0346.pdf>
 126. Pecherkin I.A., Maximovich N.G., Zakoptelov V.E. Types of cave on Kama reservoir scores // Europ. regional conf. of speleology. – Sofia, 1980. – P. 34;
URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0025.html

KARST AND CAVE PROTECTION AS A PART OF THE PROTECTION OF NATURAL AND CULTURAL HERITAGE IN BULGARIA

A. Zhalov, M. Stamenova

Speleo Club "Helictit", Bulgarian Federation of Speleology
e-mail: azhalov@gmail.com; m_stamenova65@yahoo.co.uk

Introduction. Why should the karst and caves be preserved?

- They are an integral part of our natural and cultural heritage;
- We have a duty to preserve our heritage in order to keep it for the future generations;
- Karst has a distinctive character; to the usual three-dimensional relief, karst landforms add a 'fourth dimension', namely the subterranean relief, a sort of negative replica of the surface drainage patterns, to which it is closely connected;
- Conservation has direct and immediate benefits for humanity;

What benefits?

- Karst areas have a distinctive beauty for local people and visitors;
- The tourism potential of hundreds of karst areas and caves needs elaboration;
- They are a valuable scientific, cultural and educational resource;
- They are fundamental in understanding and appreciating our historical, ecological and archaeological heritage;
- They are often the only source of drinking water, particularly in rural areas;

Karst and karst phenomena are a natural entity with specific features, fauna and flora. At the same time, these regions and especially the caves, formatted there, contain multilateral information about the development of the material and the spiritual culture of mankind, as well as about the evolution of animals and plants in the past of our planet. Taking this into account, it is certain that any excessive human activity, including the activity of cavers, could lead to disrupting the fragile balance and would cause irreparable damages to nature, science and culture.

It is evident that if speleology did not exist, the human presence in the caves would not influence the natural environment and the negative changes would have been due only to natural factors. The practising and the development of speleology should be carried out according to the rules for protection of the environment. It is important also for the communities and the society in general know what, why and how to protect karst areas and caves.

Factors for Cave Protection. Caves as Fauna Habitats. Animals that are adapted to living in complete darkness and with limited energy supplies usually acquire a specific appearance that includes depigmentation, micro-or anophthalmy, loss of wings, elaboration of extra-optic sensory structures, elongation of appendages (in cases of troglobionts) or shortening of appendages (in case of geobionts), cuticle thinning, etc. These morphological alterations known as troglomorphy are widespread in subterranean animals.

By the end of 2010, over 800 animal species have been recorded from 780 Bulgarian caves. Among them, more than 160 species are considered troglobites. The species richest in troglobites groups are the ground beetles, millipedes and isopods. Less rich in troglobites are the spiders, harvestmen and pseudoscorpions. No strict cave-dwellers are known among the vertebrate animals. The higher taxa of vertebrates found in Bulgarian caves are Pisces (Fishes), Aves (Birds), Chiroptera (Bats), Carnivora (Predatory animals) [13].

None of the invertebrate species found in the caves of Bulgaria is legally protected by the National Biodiversity Act. However, after the Directive 92/43/EEC on the conservation of Natural Habitats and Wild Flora and Fauna all caves, which are not open to the public are formally declared as sites of conservation importance. The main purpose of this Directive is to «enable the natural habitat types and the species' habitats concerned to be maintained or, where appropriate, restored at a favourable conservation status in their natural range». The member countries are obliged to

guarantee adequate protection of these species and their habitats particularly in the sites within the ecological network of NATURA 2000.

Recommendation No 36/1992 on the Conservation of underground habitats adopted by the Standing Committee under the terms of Article 14 of the Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats formulates the basic advices for protection, exploration and management of the underground habitats [19].

Bats are the most typical vertebrates in caves and Bulgaria is one of the few countries in Europe that still has a unique high diversity of bats. On the European continent are known 35 types of bats and in our country they are 33 species. Among them, at least 11 bat species breed, winter and live only in caves. Bats are the only mammals that form large colonies – their number in Bulgaria during the winter can reach over 60 000 copies only in one cave!

The protection of the Bulgarian bats, especially - the caves as their habitats, is according to the Agreement of the conservation of populations of European Bats – EUROBATS (adopted in Republic of Bulgaria in 1999). The EUROBATS agreement is very important for the protection of Bulgarian caves, because it stipulates that each country shall adopt and enforce such legislative and administrative measures, necessary for the purpose of maintaining a favourable conservation status of all species by prohibiting the deliberate capture, keeping or killing of bats, identifying the areas of importance in terms of bat reproduction and wintering, promoting research programmes on the protection and management of bats, taking into account the potential effect of pesticides on bats and making additional endeavours to save the bat populations designated as threatened [20].

Caves as natural monuments. The Protected Areas Act (1998) defines and categorises the protected territories in Bulgaria, the procedures for their establishment and provides the implementation of their management plans. According to this act, the protected territories are: reserves, national parks, natural parks, protected areas and natural landmarks.

Reserves. Caves within the area of the reserves have the most effective protection. This is based on the fact, that in the reserve is prohibited any economic activities and human actions that can disturb the natural and distinctive character of the environment. On the territory of biosphere reserves “Steneto” and “Boatin” in the Balkan Mountain and “Alibotush” (Slavianka), “Vratsa Karst”, “Bayovi douпки - Dzindziritza“ in Pirin Mt., “Kupena” and “Kastrakli” in the Rhodopes, “Vitanovo” and “Sredoka” Strandja Mt., are known about 173 caves (among them are some of the deepest and longest Bulgarian caves) - Table 1.

The visiting and carrying out of any human activity, including scientific studies in the territory of the reserves are allowed only after special written permission from the Ministry of Environment and Waters (MEW).

National Parks are protected areas with large areas within areas that fall with developed surface and underground karst.

The use of natural resources, including caves of the park territory is limited to the extent that prevents the disturbing of environmental balance. In Bulgaria there are 3 National parks but the karst are spread only on “Pirin” and “Central Balkan”. On their territory are explored 175 caves (125 in the National Park “Pirin” and 70 in the National Park “Central Balkan”). Pirin karst is characterized by the development of vertical caves and there is located some of the deepest caves in Bulgaria: 9-11 Cave system - 307 m; Vihren - 173 m, Bunderitsa - 125 m, 20 years Academic - 118; K14 - 103 m; K18 (ice) - 126 m; K19 - 136 m. Identical development has underground karst of the National Park “Central Balkan”. The speleological activities on the territory of the parks are allowed after the permission of the Park Administration [17].

Natural Parks. Development of surface and underground karst occurs within the territories of the Bulgarian Natural Parks as “Bulgarka” - Stara Planina, “Vitosha”, “Vrashanski Balkan”, “Rusenski Lom”, “Sinite Kamuni”, “Strandja”, “Shumen Plateau.” As we can see (Table 1) the most developed underground karst can be found on the territory of Natural Park “Vratchanski Balkan”. The caves located on “Vitosha Natural Park are not so many but there is situated the longest Bulgarian cave (about 19 km) – Duhlata near Bosnek Vill. In the territory on the Natural Parks up to date were explored in total about 840 caves.

Protected Areas. Protected areas are separate areas with well-developed surface and underground karst forms. Most of them are the Karst Canyons and Gorges. For example, according to Raitchev D. (1983) in the protected area “ Buynovsko Gorge” there are 4 stone arches, 34 caves of different age and geomorphological development and numerous of niches. In the protected area “Zaskoto” there are four caves. In the canyon of the river Chernelka are located 28 caves. As protected areas are proclaimed also nine karst springs. The administration of this kind of protected areas allows the conducting of human activities that should not deteriorate the natural landscape.

Natural Landmarks. As Natural Landmarks are proclaimed 116 Bulgarian caves. They are protected along with their surrounding areas. The printed order for the proclamation specifies the regime of the use of the monument. It is signed by the Minister of Environment and Water and published in the Official Gazette of the State. In this document stipulates that in the protected site it is prohibited the exploitation of quarries nearby, breaking the flowstone formations, leaving graffiti on the walls, lighting fire, polluting or doing anything detrimental to the natural status of the site. It is prohibited to enter “bat caves” during their breeding season.

It is necessary to know that the Declaration of Natural Parks, Protected areas Natural landmarks do not change the property of the land if it is private, but only establishes its management, use and protection under the special regime. The territories (land) of other protected areas as Reserves and National Parks belong to the State!

Table 1

Caves complex of natural parks in Bulgaria (including reserves within them)

Nature Park	Caves (pcs.)
Bulgarian	26
Vitosha	16
Vratsa Balkan	540
Ruse Lom	125
Blue Rocks	5
Strandja	75
Shumen Plateau	53
Total:	840

Caves as a Part of Hydrogeological Set. Karst groundwater is one of the factors of overhead and underground environments they create living conditions of cave organisms and as a human resource for drinking and industrial water supply. According to (Popov, 1982) about 40 Bulgarian caves and numerous karst springs are cached for water supply of significant number of settlements. The Water Act regulates the protection and use of such kind of Bulgarian Caves. At first the pollution of the catchment areas especially in sanitary zones of the karst springs and spring caves is absolutely forbidden. The penetration into such caves is allowed only after the permission of the National or Local Inspection of Health and Ministry of Environment and Water. The offenders are penalized [18].

Bulgarian caves in European network protected areas NATURA 2000. Natura 2000 is a European network is a European of aiming at securing the long-term conservation of the most valuable species and habitats of Community importance. The establishment of the NATURA 2000 is based on two main EU agreements related to environment protection and biodiversity conservation. EU Directives - Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (Habitats Directive briefly) and Directive 2009 / 147/EO on the conservation of wild birds (the birds Directive in brief). The process of creation of the Natura 2000 network in Bulgaria started in the same year with the adoption of the Biological Diversity Act (BDA), which establishes standards of two European Directives. According to the Act, are declared protected areas as part of the National Ecological Network. According to that law Bulgaria designates the so called “protected zones”, which are all part of the “national ecological network”. The protected zones are those sites of the country, which correspond to the requirements for presence of habitats or species, listed in the an-

nexes of the Habitats and Birds Directives. The institution responsible for the establishment of the ecological network in Bulgaria is the Ministry of Environment and Waters. After a few consecutive decisions of the Council of Ministers the national list of protected areas was completed in 2011 and includes 118 protected areas for the conservation of wild birds and 231 protected areas for the conservation of natural habitats.

The caves as a natural habitats are classified in two categories [8310] “non urbanized caves” and [8330] Underwater or half underwater sea caves”. According the register 61 of protected areas are caves or comprises caves which total number is not defined up to date.

Caves as a part of the cultural heritage - depositaries of archaeological and paleontological remains. A well-known fact is that karst areas as phenomena with unique characteristics contain deposits not only of natural sciences’ interest, but also cultural remains from the remote past. In general, these finds (usually situated in layers of undisturbed chronological order) are better preserved in the caves, than in the open area sites.

The Bulgarian lands are known as a contact region of cultural interactions for thousands years. Consequently, a long cultural continuity is typical for most archaeological sites in our region and the caves are not an exception to this rule.

Ironically, the caves, which preserved up to now the traces of human culture from the remote past, are mostly exposed to damage and destruction due to unrestricted and unmeasured human activity. Non-professional, treasure hunting diggings make impossible the correct defining of the finds and carrying out proper scientific exploration of any kind, which consequently leads to irrevocable loss of information and destruction of caves. This fact is well understood even at the dawn of caves’ exploration, protection and socialization in Bulgaria, which dates back from the beginning of 20 c. At that time is developed the study, protection and popularization of the cultural and natural heritage in general, validated with the relative normative acts, accepted in the early years of the present Bulgarian state - a sign for the high level of culture and self-consciousness of the society at that time.

The Bulgarian legislation of protection of cultural and historical heritage, including caves, is gradually developed and specialized in many normative acts, but until today they do not relate to the caves as a basic object of protection.

On the first place is the present Constitution of Republic of Bulgaria (1991), where is pointed that the national parks, natural and archaeological reserves are exclusive state property and one of the general obligations of the state is to protect the national historical and cultural heritage (art. 18, 23). Consequently, the caves, which are located in reserves, are also under such highest degree of state protection.

The main act in Bulgaria, which looks at the research, protection, presenting of the cultural heritage and defines the activity of related structures and organizations, is the Act of the Cultural Heritage (2009). Here, in the definition of “cultural heritage” are included “terrain, underground and underwater archaeological sites and reserves, natural values (species), including anthropological remains, found during terrain researches”. Also, the palaeozoological remains and mineral generations are also declared as national heritage (art. 6 and art. 53).

A “cultural value” is a “non-material or material proof for human presence and activity, natural site or phenomenon, which has importance for the individual, community or society and has scientific or cultural value” (art. 7).

The protection of cultural heritage in Bulgaria is a duty of the state (art. 1), no matter whether the cultural values are state or private property (art. 2). The Act of the Cultural Heritage aims “to create conditions for protection of the cultural heritage, sustainable development of the protection politics and to guarantee equal access of the citizens to the cultural values by observing the following principles:

- 1) equality of different kinds of cultural heritage by fulfilling its protection;
- 2) decentralization of the management and financing of the activities for protection of the cultural heritage;
- 3) publicity and transparency of the management of the activities for protection of the cultural heritage”.

The access to the cultural heritage is “an opportunity to use the cultural values by ensuring physical or intellectual access to them, without damage or putting them to risk”. Everybody has the right to have an access to cultural values (art. 3). Logically, the caves are among the immovable cultural values, which are divided according their “scientific and cultural importance” in several categories: of “world importance”, “national importance”, “local importance”, “ensemble importance”, “for information” (art. 50). Accordingly, the level of protection is graded in descending order. Here, some caves are also presented. For instance – in the List of Archaeological Reserves in Bulgaria is included the cave “Orlova Chuka”, near the town of Rousse (NE Bulgaria) and the natural and archeological reserve “Yailata” near Kamen Bryag vill., Dobrich region, which includes over 50 underground sites - caves, rock-cut tombs and monasteries (cells and churches etc.). Rock-cut mediaeval churches with unique frescoes near Ivanovo vill., Rousse district are in the UNESCO List of World Cultural Heritage.

According to the cultural protection legislation some other Bulgarian caves are declared as immovable cultural values.

The number of such caves is 138. Among them are Devetasha cave, Lovetch region; rock cut churches and hermitages near vill. Ivanovo, Rousse region (included in the UNESCO list of the world cultural and historic heritage); 32 caves with graffiti (dated from Neolithic to Mediaeval ages) in the place Govedarnika, near vill. Tzarevetz, Vratza region; 28 caves located in the natural-archaeological reserve Yailata near vill. Kamen Briag, Dobrich region; 13 caves in area of archaeological-historical reserve “Sborjanovo”, Razgrad region and 7 caves in Kaliakra reserve, Varna District.

Here is necessary to mention the Regulations of carrying out terrain archaeological researches in Bulgaria (2011), which provide the rules and mechanisms for archaeological researches in the country, including caves. Such studies can be undertaken only with the permission of the Minister of Culture, based on the expert opinion of the Council of Terrain Researches.

The legislation in Bulgaria provides also punishments for violation of protected areas and objects. For instance, the Penalty Code (1968) enacts probation, prison up to 5 years or a fine from 2000 to 20 000 leva (from ~ 1000 to ~ 10 000 Euro) for destruction of protected areas, flora and fauna species, including caves (art. 278c).

The protection of objects of cultural importance, including caves is put into practice by the responsible institutions, mainly - the Ministry of Culture. In case of committed crime and violations against protected objects, are engaged also law-enforcement institutions like the Ministry of Interior and the State Agency for National Security.

In the recent Strategy for National Security of Republic of Bulgaria (2011-2020) is mentioned that the protection of natural, cultural and historical heritage is an important part of the protection of our national security in general. In this context the Security Services undertake various special activities for “protection of the national historical and spiritual values and the cultural heritage” (p. 166). Also, the politics for security in the relation “Man-Nature” is expressed in the “fulfilling of the standards for ecological expertise and protection and joining global or regional initiatives and ecological projects, pointed to the improving of the quality of the environment and defense of the ecological security” (p. 103). As a part of our cultural and natural heritage, the karst regions and caves can be seen as objects for protection even in such general document like the Strategy for National Security of Republic of Bulgaria.

Some problems. Many problems of cave protection appear nowadays, due to different reasons, like the imperfections of the current legislation. The present acts guarantee (often only in theory) the protection only of areas, declared as protected. In practice, all caves-natural landmarks and these in protected areas and natural parks are protected only by putting table signs.

Different from the practice in some other countries, in Bulgaria the visits in protected caves-natural landmarks are free and out of strict control. This often causes serious (and unpunished) violations in the underground eco-system – breaking of cave formations, scratching on the walls, pollution etc. (Typical examples are Temnata dupka near Lakatnik and Duhlata near Bosnek, North-West Bulgaria).

In addition all non-protected caves are exposed to continuous and destructive (and unpunished) human activity.

Having in mind that the caves are specific and unique objects, 9 members of Bulgarian Federation of Speleology worked over a Draft for the Act of the Caves, put forward to the Bulgarian Parliament in 2005. The law aims to regulate the exploration, protection and using the caves as indivisible part of the natural and universal human treasure and as objects of special importance for geology, biological diversity, water supply, cultural and historic heritage, the science and tourism (art. 2). Here is stated the protection of the caves as object of the cultural and historic heritage, such as rock monasteries, used and transformed by the man caves, and other objects of cultural and historic importance, including different categories of caves and the regime of protection (art. 3, 4, 5). Unfortunately, this Act is not adopted yet [16].

Conclusion. This brief review shows that the total number of protected caves of Bulgarian legislation is about 1500. This means that almost one fifth of the known and explored up to date caves in Bulgaria (6002 in number to December 2013) are protected by law. The number of protected caves as protected areas, related to the data of number of known caves is extremely small. The rest – about 4 500 caves stay unprotected and are exposed to damages without any legal consequences for the violators!

Looking internationally, there are many good examples of effective legislation about cave protection, which could be applied in Bulgaria. One of this is the special Act for Cave Protection in Slovenia – the only known specialized act for cave protection in Europe! Another option is the adoption by the Bulgarian Parliament of amendments to the existing laws new texts, related to karst and caves protection. Attention deserves also the practice in Slovakia, where is a specialized organization for nature protection, that provides the protection of all caves in the country. This administration is under the direct management of the Ministry of Environment of Slovak Republic and works on tasks of cave protection, operation, tourist development and other uses of caves.

In all cases it is necessary to have in mind the statement of the famous naturalist and protection specialist Gerald Durrell: “The governments’ measures for precaution make sense only when they are provided with means for their effective implementation” – something, which is quite difficult to achieve in our country! However, the efforts of the Bulgarian Speleological Community for cave conservation and protection, by creating the necessary legal and socio- economic conditions continue! It is important to work by creating special educational initiatives - without them it is hard to achieve any progress in the field of cave protection, not only at regional, but also at global level.

References

1. Constitution of Republic of Bulgaria (State Gazette No. 56, 13.07.1991).
2. Penalty Code (in power since 01.05.1968, last am. State Gazette No. 19, 13.03.2014).
3. Act for Cultural Heritage (State Gazette No. 19, 13.03.2009, last am. State Gazette No. 82, 26.10.2012).
4. Strategy for National Security of Republic of Bulgaria (2011-2020) – accepted by the Decision of the National Parliament on 08.03.2011 - (<http://www.strategy.bg/StrategicDocuments/View.aspx?lang=bg-BG&Id=671>).
5. Regulations № H-00-0001/14.02.2011 for conducting of terrain archaeological researches (Edited by the Minister of Culture, State Gazette No. 18, 01.03.2011, last am. State Gazette No. 30, 17.04.2012).
6. Protected Areas Act (State Gazette No. 133/11.11.1998 last. am. SG No. 66/ 26.07.2013).
7. Agreement on the conservation of populations of European bats, EUROBATS – <http://www.eurobats.org>
8. Effective in the Republic of Bulgaria as of 9.12.1999 (SG 16/2000).
9. Biological Diversity Act (State Gazette No. 77 /9.08.2002, last. am. SG No. 19/8.03.2011).
10. Daaliev, Tr., Benderev, A., Zhalov, A. (1997) Protection of the caves. - Edition of Bulgarian Federation of Speleology, Sofia. (in Bulgarian)
11. Ivanova, T., Petrov, B., Georgieva, A. (1999) The Bats. - Edition of Bat Research & Protection Group, Sofia. (in Bulgarian)

12. Kostov, K. (2001) Problems of the karst landforms - protected Geotopes in Bulgaria. - Karst, v. 1, Proc. First National conference on Environment and Cultural Heritage in Karst, Sofia 10-11 November 2000. (in Bulgarian)
13. Petrov, B. (2008). Bats – methodology for environmental impact assessment and appropriate assessment. A manual for developers, environmental experts and planning authorities. National Museum of Natural History-BAS, 88 p.
14. Jalov, A. (1990) Protected caves and karst areas in Bulgaria. - Speleopractica, December, Sofia. (in Bulgarian)
15. Jalov, A., Stamenova, M. (2004) Karst and cave protection in Bulgaria. - 5th Symposium on karst protection - Proceedings, Beograd, 2005, P. 191-196.
16. Stamenova, M., Zhalov, A. (2010) Some aspects for protection of the caves as a part of cultural heritage of Bulgaria. - Spelunca Memorires №33 / Actes Vercors 2008, IV^{eme} Congres Europeen de Speleologie, P. 234-236.
17. Zhalov, A. (2006) Protection of the karst and caves in Bulgaria. - In: Geografia 21, Issue of Ministry of Education of Bulgaria, 1: P. 12-19. (in Bulgarian)
18. Zhalov, A. (2011) Protection of the karst and caves in Bulgaria. - In: Nonfading flowers of nature – Cave formations (Yanakieva, Zh., Maleeva, D.), Ed. National Museum «Earth and Man», 2011, Sofia: P. 94-105. (in Bulgarian)
19. <http://www.nmnh.com/biospeleology-research-centre-en.html>
20. <http://www.nmnh.com/bat-research-and-conservation-centre-bg.html>
21. <http://e-ecodb.bas.bg/rdb/bg/vol3/02H1.html>
22. <http://e-ecodb.bas.bg/rdb/bg/vol3/09A3.html>

КАРСТОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ПРИРОДООХРАННАЯ РОЛЬ

А.М. Скрипальщикова

Институт степи УрО РАН, г. Оренбург, e-mail Jane_An@mail.ru

Оренбургская область расположена на стыке двух частей света – Европы и Азии, имеет границы с Татарстаном, Башкортостаном и Челябинской областью на севере, с Казахстаном – на востоке и юге, Самарской областью – на западе. В физико-географическом отношении ее территория площадью 124,0 тыс. км² охватывает юго-восточную окраину Восточно-Европейской (Русской равнины), южную оконечность Урала и южное Зауралье.

Климат характеризуется хорошо выраженной континентальностью с жарким летом и холодной малоснежной зимой. Годовая сумма атмосферных осадков на рассматриваемых участках составляет 320 мм, среднегодовая температура воздуха +3,4°С. Абсолютные температуры достигают в январе -44°С, в июле +41°С. Почва промерзает на глубину до 1 м [4].

Карстовые процессы и связанные с ними формы поражают более 200 км² территории Оренбуржья. Встречаются известняковый, соляной, меловой и гипсовый карст? но наибольшее развитие в Оренбургской области получил гипсовый. На крупных участки сульфатного карста широко представлены разнообразные карстовые формы: цепочки карстовых воронок обрушения и выщелачивания, провальные колодцы, арки, карстовые мосты, галереи, озера и источники. В основном они развиты в восточной предгорной части Предуральяского прогиба (бассейн Большого Ика, Урало-Сакмарское междуречье южнее села Кондуровка и у поселка Дубенского, Надеждинско-Кзыладырское карстовое поле к югу от р. Урал).

Наиболее полный набор карстовых форм, типичных для сульфатного карста Оренбуржья, представлен на двух территориях - Кзыладырском и Алабайтальском карстовых полях.

Алабайтальское карстовое поле – расположено в южной части солянокупольного поднятия Активное в границах Предуральяского краевого прогиба [5], примерно в 2 км к западу от пос. Дубенский. Участок небольшой по площади (2 км²) с абсолютными высотами от 200 до 259,7 м. В пределах участка насчитывается более 28 воронок, плотность воронок приблизительно 14 шт/ км². Форма воронок блюдцеобразная и конусообразная. В борту одной из воро-

нок расположен вход в пещеру Подарок – крупнейшую в Оренбургской области, с общей протяженностью 660 м и глубиной 21 м.

Кзыладырское карстовое поле – крупнейшее в Оренбургской области по площади (18 км²) и разнообразию проявления карстовых процессов. Данный участок линейно простирается в северо-западном направлении на 16 км от холмисто-увалистого водораздельного междуречья к долине р. Бурли; средняя ширина участка 1-1,5 км [6]. На Кзыладырском карстовом поле выявлено 14 карстовых полостей протяженностью более 30 м в виде небольших субгоризонтальных пещер: Конфетка (К-10) – 328 м, Волчья 305 м, К-8 – 173 м, К-5 – 108 м, К-1 – 85 м, Фед и Нефед – 72 м, К-11 – 72 м, Ястребиная (К-2) – 65 м и др. Также имеются карстовые озера, арки и большое количество пещер и гротов менее 10 м. В целом, большинство карстовых полостей представляют собой небольшие субгоризонтальные пещеры, разброс показателей которых (от средних до максимальных) составляет: протяженность 60-318 м, амплитуда 5-13 м, площадь 90-290 м², объем 40-480 м³. Коэффициент общей закарстованности массива составляет в среднем 10%.

Пещеры области относятся к коррозивно-эрозионному типу и на данный момент большинство из них находятся на обвальном-цементационной и натечно-осыпной стадиях развития. Несмотря на небольшую протяженность и малые объемы, экологическая роль карстовых ландшафтов огромна.

В степной зоне отрицательные формы рельефа создают специфические экологические условия. Зимой в воронках накапливается мощный снежный покров, сохраняющийся до мая. В воронках также аккумулируется влага и органические вещества, смываемые с поверхности. Это определяют возможность произрастания более теневых и влаголюбивых растений, причем не только травянистых, но и кустарниковых и древесных форм. В пределах одной воронки можно проследить смену микропооясности от ксероморфных видов на поверхности к мезо- и гигрофитам на дне.

При исследовании Институтом степи УрО РАН растительности Кзыладырского карстового поля отмечено более 300 видов растений, относящихся к 63 семействам. 10 видов растений занесены в список редких и исчезающих видов, внесенных в Красную книгу Оренбургской области. Более 20 видов – в список редких и исчезающих видов, нуждающихся в особом контроле за их состоянием в природной среде на территории Оренбургской области.

Близость к поверхности грунтовых вод, мелко-контрастный микрорельеф, водо-аккумулирующие свойства рыхлых отложений являются основными факторами формирования лесных микрофрагментов на сульфатно-карстовых полях степного Предуралья. По составу растительного покрова данные лесные урочища схожи, видовой состав типичен для степной зоны. Преимущественно это осиново-березовые разнотравно-ежевичные колки. Следует отметить, что лесные урочища карстовых полей степного Предуралья формируются и в отдельных отрицательных формах, например по периферии озерных западин и в крупных провальных воронках [7].

Лесистость Кзыладырского карстового поля, по нашим подсчетам, около 5%. Это в 3-5 раз больше, чем в других районах области со сходными климатическими условиями.

Карстовые формы выступают не только как специфические местообитания, но и как убежища, в которых растения могут найти себе пристанище в условиях антропогенного воздействия. Например, в карстовых воронках среди распаханых полей сохраняется первичная растительность, господствовавшая на территории до ее сельскохозяйственного освоения [1].

Разнообразие животного мира на уровне всего карстового поля в первую очередь определяется особенностями растительности: сочетанием на одной территории участков с древесно-кустарниковой (характерной для более северных зон) и ксероморфной травянистой (полупустынной и пустынной) растительностью. Эти участки являются своеобразными экологическими коридорами, по которым в степную зону проникают виды лесостепной и полупустынной зон.

Плоды и семена деревьев и кустарников служат пищей некоторых видов птиц. Скальные уступы, расщелины скал являются местами гнездования. Здесь гнездятся: деревенская ла-

сточка, ласточка береговушка, городская ласточка, золотистая щурка, полевой воробей и др. Степные колки являются прибежищем для видов дендрофилов. Здесь могут гнездиться: могильник, обыкновенная пустельга, кобчик, сплюшка, вяхирь, щегол, обыкновенный жулан, зяблик, иволга и др.

По нашим наблюдениям орнитофауна Кызылдырского карстового поля представлена 45 видами, относящимся к разным экологическим группам. Среди них стрепет, внесенный в Красную книгу МСОП и Список глобально редких видов птиц. А также могильник, который внесен в Международную Красную книгу и имеет статус уязвимого вида (категория VU) с возможным продолжающимся сокращением численности[2].

В орнитофауне Кызылдырского карстового поля 51,1% видов относятся к дендрофилам, 24,5% – к кампофилам, 11,1% к склерофилам и 13,3% видов птиц – к лимнофилам (по классификации В.П. Белика).

Животный мир Кызылдырского карстового поля представлен 13 видами млекопитающих, среди них типичные обитатели степи – степной сурок, большой суслик, заяц русак, степная пищуха, обыкновенная слепушонка, а также лесные виды – обыкновенная лисица, барсук, малая лесная мышь.

Некоторые из перечисленных видов имеют сравнительно высокую численность, например, степной сурок. Известно, что на снижение численности степного сурка в Оренбургской области оказала хозяйственная деятельность человека. Современное его распространение в области приурочено к расчлененному рельефу, где невозможна распашка территории. Именно в таких биотопах сохранились колонии сурка и идет восстановление численности.

Особый интерес представляют виды, обитающие в пещерах. На Южном Урале зарегистрировано 7 видов зимующих рукокрылых. Для получения сведений о зимовке летучих мышей в пещерах области в ноябре 2010-2013 г. мы обследовали п. Конфетка и п. Подарок.

В обеих пещерах обнаружены три вида зимующих рукокрылых. Это бурый ушан *Plecotus auritus*, водяная *Myotis daubentoni* и прудовая ночницы *Myotis dasycneme*. Наиболее многочисленны бурый ушан и водяная ночница, за все годы встречались только несколько особей прудовой ночницы. Точную численность колонии подсчитать невозможно из-за огромного числа микроукрытий, порядка 150-200 особей в каждой пещере[3].

Данные находки позволяют предположить, что для рукокрылых степной зоны сульфатно-карстовые ландшафты являются надежным местом для зимовок. В то время как в гипсовых пещерах более северных регионов (республика Башкортостан, Пермский край) зимующие рукокрылые встречаются гораздо реже.

Таким образом, карстовые ландшафты Оренбургской области малопригодны для хозяйственной деятельности, но имеют высокое биологическое, ландшафтное и почвенное разнообразие. Для сохранения этих ландшафтов необходимо придать им статус ООПТ.

В настоящее время Кызылдырское карстовое поле охраняется в статусе памятника природы площадью 3,6 га. Проведенные исследования показали необходимость повышения природоохранного статуса, например, до ландшафтного заказника федерального значения. Для наиболее полного изучения этой территории необходимо также создание научно-информационного полигона для ведения стационарного экологического мониторинга за всеми компонентами ландшафта.

Пещера Подарок (и вся территория над пещерой) должна охраняться в статусе ландшафтного памятника природы. Необходимы полный запрет на ее посещение в период зимовки рукокрылых и регулирование количества посещений в теплое время года.

Литература

1. Андрейчук В.Н. Карст как геоэкологический фактор. Высшая школа экологии в Сосновце-УИСК, Сосновец-Симферополь, 2007. 137 с.
2. Катков М.Б., Скрипальщикова А.М. Особенности биоты карстовых ландшафтов степной зоны // «Непрерывное географическое образование: новые технологии в системе высшей и средней школы»: материалы IV Международной научно-практической конференции, Гомель, 2013. С. 223-226.

3. Каткова А.М. Пещеры Оренбургской области как места зимовок рукокрылых // Студенческая научно-практическая конференция ОГПУ. Т.1. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2011. С. 120-122.
4. Климентьев А.И., Павлейчик В.М., Чибилев А.А., Грошев И.В., Ложкин И.В., Нестеренко Ю.М. Почвы и ландшафты Кызылдырского карстового поля на Южном Урале // Почвоведение, 2007, №1. С. 12-22.
5. Павлейчик В.М. Карстовые ландшафты Южного Предуралья. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 299 с.
6. Павлейчик В.М. Ландшафтно-ботанические особенности сульфатно-карстовых ландшафтов // Геоэкологические проблемы степного региона / Под редакцией член-корр. РАН А.А. Чибилёва. Екатеринбург: УрО РАН; 2005. 376 с.
7. Павлейчик В.М., Чибилев А.А. Редкий тип лесных урочищ сульфатно-карстовых ландшафтов степного Предуралья // География и природные ресурсы, №4, 2001. С. 35-39.

ПЕЩЕРА КИНДЕРЛИНСКАЯ: ПОСЛЕДСТВИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МИКРОБИОТУ

Л.Ю. Кузьмина, Н.Ф. Галимзянова, А.С. Рябова

Институт биологии Уфимский научный центр РАН

450054, г. Уфа, пр. Октября, 69

e-mail: ljku@anrb

Пещеры издревле влекли к себе людей, поскольку для них это был первобытный дом, естественные ловушки для животных, место для защиты и нападения. Пещеры для первобытного человека имели также сакральный смысл как место соприкосновения с миром мертвых, источник вдохновения, место посвящения и храм. К XX веку пещеры стали использовать для добычи полезных ископаемых и гуано, хранения различных материалов, однако, наиболее активно пещеры используются в качестве экскурсионных и туристических объектов.

Активное освоение пещер приводит к нарушению их экосистем. Антропогенные факторы, влияющие на пещеры, подразделяются на механические (инертные бытовые отходы), физические (тепловое, световое, шумовое, радиационное, электромагнитное загрязнение), химические (химические отходы), биотические (органические соединения) и биологические (чужеродные виды живых организмов) [1]. При значительных рекреационных нагрузках происходит переуплотнение грунтов, изменяется микроклимат, при активном внесении химических и органических веществ происходит изменение трофического статуса спелеосистем, следствием чего становится гибель эндемичных (местных) обитателей, развитие и сохранение в них посторонней микробиоты, в том числе патогенной [20; 19; 12].

Одной из самых красивых и привлекательных карстовых полостей Южного Урала является пещера Киндерлинская (им. 30-летия Победы). Пещера является второй по величине на Южном Урале и имеет наибольшую амплитуду среди пещер Урала. По состоянию на ноябрь 2010 года протяженность пещеры оценивалась в 9 113 м (из них 230 м под водой), амплитуда в 215 м, объем в 245 000 м³. Средняя ширина ходов – 5,4 м, средняя высота – 7,1 м. [10]. Многолетние наледи пещеры мало исследованы, но предположительно их возраст не более 2000 лет.

Пещера располагается на территории Зилимского лесничества Гафурийского лесхоза (в лесах, относящихся к особо охраняемой природной территории). Пещера находится на западном склоне горы Алатау (западное крыло антиклинальной структуры, угол падения пород около 8° на запад). Вход в пещеру находится в средней части правого склона долины реки Киндерля, правого притока р. Б. Зилим, в основании скального обнажения, на высоте 90 м над уровнем реки. Он имеет форму трапеции, размером 12 x 7 м, и обращен на юг. Пещера представляет собой наклонно-горизонтальную систему галерей и ходов в северном, северо-восточном, западном и северо-западном направлениях, образовавшихся на четырех гипсометрических уровнях [15] (рис. 1). Фаменский ярус верхнего девона (D₃fm), в котором за-

ложен основной объем полостей пещеры, во внешней зоне складчатости и краевом прогибе сложен известняками и доломитами, местами с редкими прослоями аргиллитов, мергелей и линзами кремней [4].

Пещера Киндерлинская находится в доступном месте, недалеко от крупных городов, в 5 км к восток-северо-востоку от д. Таш-Асты, на пути популярного сплава по реке Зилим. С точки зрения спортивно туристического фактора пещера легкодоступна на протяжении 380 м, до первого большого 12 метрового уступа, и привлекательна для спортивных групп, по спортивной классификации пещер соответствует категории сложности 2 Б.

Топонимика названия. Местное название пещеры было *Киндерле* (*Киндерля*), поскольку она находится в борту лога, в котором протекает речка *Большая Киндерля* (от *киндер* – конопля, пенька, аффиксы – *ле- киндерле* – коноплянка) [5]. Поскольку пещера была исследована в год празднования 30-летия Победы над фашистской Германией, в честь этой знаменательной даты, было предложено назвать пещеру им. 30-летия Победы [6]. На территории России и в научной литературе прижилось название *Победа*.

История открытия и изучения. Эта пещера была известна местным охотникам давно, на её леднике у входа хранили летом мясо забитых животных. По поверьям башкир, в пещерах обитают духи и души предков, поэтому местные жители пещеры не посещали. В 1940-х годах вход в пещеру был показан геологу Г.В. Вахрушеву, но он её не обследовал [2]. Первое упоминание о пещере относится к 1942 году (в отчетах экспедиции ЭОН и Комиссии № 2 при ОГГН) [11]. Затем в 1972 году появилась публикация Г.В. Вахрушева «Ледяные пещеры в карбонатных породах Башкирии», где пещера была названа – Киндерлинская, «снежно-ледяная пещера в Гафурийском районе на речке Киндерле». Указывалось, что она находится на высоте 100-120 м выше уровня р. Зилим. Больше никаких сведений о пещере не приводилось. [3]. Активное посещение пещеры началось с 1974 года, когда житель д. Таш-Асты охотник Габлулхай Каранаев показал полость спелеологу из г. Стерлитамак А.С. Андрееву.

Первые исследователи (спелеологическая секция г. Стерлитамака) пришли в пещеру в 1974 г. Руководителем группы был А.С. Андреев с участием Т. Котова, А. Сигова, А. Майстренко, В. Миронова. Первопроходцам пришлось расчищать узкий лаз, так называемый сейчас ход Пылесос, чтобы попасть в другой отдел пещеры. Исследователи дошли до части, которая ими была названа Большим концертным залом, сейчас это - Классический зал и обследовали так называемую «Третью часть пещеры». Всего эта экспедиция закартировала 2443 м ходов. Они полагали, что пещера исследована полностью.

В феврале 1975 г. Башкирский областной совет по туризму и экскурсиям организовал экспедицию в пещеру для разработки новых экскурсионных маршрутов. Исследования проводила спелеосекция Орион и КСС БАССР под руководством Геннадия Викторовича Иванова. В ее составе были В.В. Климц, В.Ю. Назаров, Р.Г. Низамутдинов, А.Г. Козлов, В. Кулюкин, А. Хазиева, Н.Н. Рычагова. Их экспедиция прошла по тому же маршруту до Классического зала и «Третьей части» и отсняла 2260 м ходов. Тогда же появилась традиция нумеровать различные отделы пещеры по порядку их открытия: «первая часть» до 12-метрового уступа, «вторая часть» – от колодца до Классического зала и «третья часть» - левое тупиковое ответвление с колодцем, глубиной 18 м. Из-за отсутствия информации ходам и залам тогда были даны названия, отличающиеся от названий первооткрывателей: Входной ход - Жемчужный зал, Люстровый зал – зал Бороды, Величественный зал – Диспетчерский зал, Каньон циклопа – ход Атлантов, Большой концертный зал – Классический зал и др.

В 1977 г. началось систематическое исследование пещеры экспедициями Низамутдинова Рафаила Галимьяновича. Спелеосекция Орион в 1977 г. нашла перемычку и «Пятую часть», в феврале 1978 г. – «Четвертую часть» и довела отснятую часть пещеры до 5600 м. В феврале 1979 г. экспедиция Уфимских спелеосекций (Орион, Спутник, Искатель) отсняла озеро в зале Шоколадном, Ручейный зал и ход сифона, известная часть пещеры составила 6600 м.

Февраль 1981 г. – экспедиция УГСС обследовала озера в «Пятой части» и нашла зал «На троих», исследовала Кощеево царство, длина известной части увеличилась до 6700 м.

В результате экспедиций и выездов 1985-1986 гг. было отснято около 7000 м ходов. В 1987 году Р.Г. Низамутдинов один совершил восхождение во «Второй части» и описал 500 м

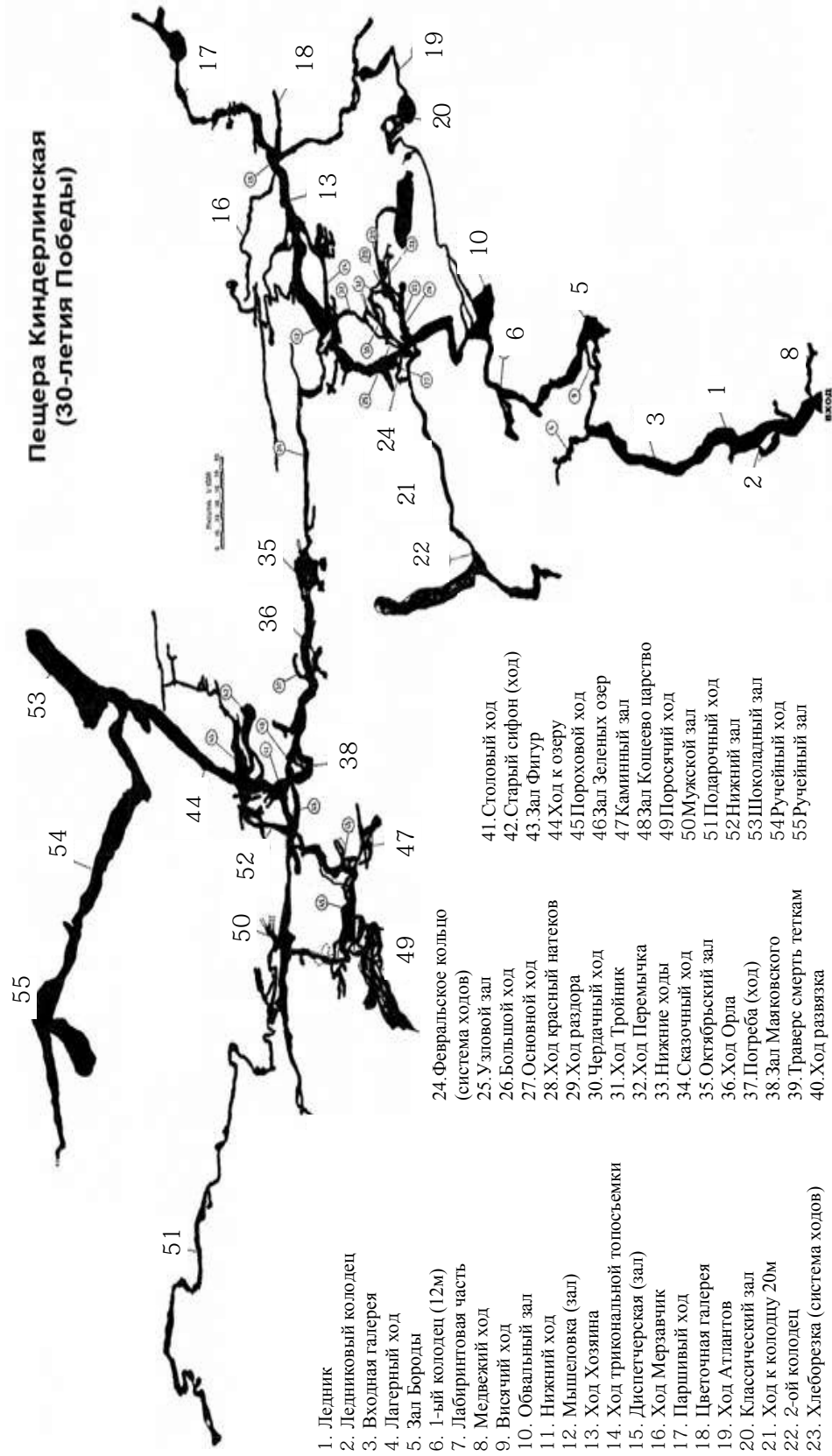


Рис. План пещеры Киндерлинская (им. 30-летия Победы) (Карта составлена по материалам: Андреев А.С., Когов Т., Сигов А., Майстренко А., Миронова В. [1974]; Климец В.В., Иванов Г.В. [1975]; Низамутдинов Р.Г., Чиглинцева А., Валеев Р., Пахарь Т., Гершов В., Спиридонов В., Лопатин Л., Якупова Ф. [1977-1985]; Шаймарданов Р., Нохов И., Симахин С. [1980]; Габбасов Р., Рычагова Н., Латыпова Н., Колосов С., Призенцов С., Соловьева Р., Еременко А., Асфандиярова С. [1985-1987]; Смирнов А.И., Соколов Ю.В. [1993]; Лазарев Н. [2007-2009]; Соболев С., Чанышева А., Малышева Д., Даминова А. [2007]; Дубинин Е., Рычагова Н., Рыманова Е., Баширов А. [2008]).

Кристалльных ходов. В результате работы экспедиций под руководством Р.Г. Низамутдинова описанная часть пещеры составила 7600 м.

В настоящее время в пещере периодически проводят разведку новых ходов, а так же соединений с пещерами Леднева и Октябрьская, что пока не приносит результатов, но увеличивает общую протяженность ходов пещеры Киндерлинская.

Пещера Киндерлинская – подземный дворец. Результаты спелеологических исследований показали, что пещера Киндерлинская является одной из крупнейших полостей на Южном Урале.

В пещере находится самая большая многолетняя наледь на Урале с многослойным разрезом. Первые посетители пещеры восхищались ледяным городком из стоящих сталактитов, сталагмитов и сталагнатов причудливой формы, располагавшихся в верхней части ледника. Дальше шла голубоватого цвета ледяная катушка с настолько прозрачным льдом, что в глубине были видны вмержшие камешки. В конце ледника стоял величественный сталагмит, названный «Снежная Королева», высота которого в то время достигала 7 м, а диаметр - 3 м [8].

В галерее, расположенной за ледником, местами пол был покрыт большим количеством костей крупных и мелких млекопитающих, встречались клыки медведей и черепа мелких животных. Территория, усыпанная костями, простиралась на несколько десятков метров, вплоть до первого уступа (3 м). Первые исследования костных остатков были проведены в мае 1975 г. палеозоологом Булдыргой Сералиевной Кожамкуловой (Казахская Академия наук ССР). Костные остатки оказались плейстоцен-голоценового возраста (15-20 тыс. лет). Фауна крупных млекопитающих была представлена разнообразными и многочисленными хищниками: пещерным медведем, волком, лисицей, песцом, росомахой, лесным хорем, пещерным львом и гиеной. Встречались кости лося, зайцев и мелких грызунов. Следов человеческой деятельности не было обнаружено, что свидетельствует о том, что гибель животных была от естественных причин [7]. В 1978 г. В.В. Манулиным здесь был найден зуб мамонтенка [15].

Пещера имела большое разнообразие кальцитовых и гипсовых образований. В зале Классический у большой глыбы известняка в небольших лужицах воды формировались известковые конкреции и пизолиты – пещерный жемчуг. В небольшом ответвлении перед Классическим залом на стенах присутствовали гипсовые цветы. Пещера является крупным резерватом летучих мышей и местом их зимовки.

Пещера Победы – экскурсионный маршрут. В мае 1975 г. Башкирский областной совет по туризму и экскурсиям начал обустройство пещеры для экскурсионного маршрута. Во входном гроте была установлена стальная решетка (с дверью) впаянная в лед, на полу сделаны деревянные трапы, установлены перила на наледи, поставлены ограда у Медвежьего колодца, стационарная лестница на первом уступе. При необходимости провешивались веревки у зала Бороды и уступа К-12 - тросовые лесенки.

Уже в июне 1975 г. началось использование пещеры в качестве первого в республике экскурсионного спелеологического объекта для массового туризма. Экскурсии проводили спелеологи. Это был экскурсионный маршрут выходного дня, но по заказу можно было посетить её и в будний день. Экскурсии проходили до 3-х метрового уступа, но желающих могли сводить в зал Классики. В «Третью часть» экскурсии не проводились. В 1976 г. пещеру посетило 500 человек, в 1977 г. – более 1000. Кроме того, было много желающих самостоятельно, без сопровождения, сходить в пещеру. Уже тогда встал вопрос об охране пещеры. В 1975 году у входа в пещеру была установлена табличка: «Отдано под охрану совета по туризму и экскурсиям». Экскурсионный маршрут работал с 1975 по 1979 гг.

В результате ошибки проектировщиков маршрута, не учитывавших микроклиматические и гляциологические особенности полости, в ней возросла тепловая нагрузка, и начала таять многолетняя наледь. Начиная с 1976 г. решетка, установленная на входе, была практически разрушена и не препятствовала несанкционированному входу. Наплыв людей, посещавших пещеру самостоятельно, рос. В 1977 г. перед узким ходом шкурник – «Пылесос» поставили еще одну решетку, но она не простояла и года. В 1984 г. был издан красочный путеводитель «Подземные дворцы Башкирии» [8], который подогрел интерес к пещере.

Антропогенные изменения в пещере. Первая известная лагерная стоянка исследователей была организована во Входной галерее и в Лагерном ходе. Следующие экспедиции продолжили традицию ставить лагеря внутри пещеры. С середины 80-х годов пещера начала активно посещаться не только спелеологами, открывающими новые части пещеры, но и неорганизованными спелеологами-любителями. Появилась традиция выездов в пещеру для её спортивного прохождения, с установкой базовых лагерей во Входной галерее, Лагерном ходу и в Каминном зале.

С увеличением потока туристов места для лагерных стоянок стали продвигаться вглубь пещеры. С 90-х годов и до момента закрытия пещеры палатки ставились в любых возможных местах: перед и под 12 м колодцем, в залах Бороды и Обвальном, в ходах в «Третью часть», Атлантов, Сказочном, на площадке перед залом Фигур, на больших глыбах во 2 и 5 частях и т.д. Туалеты устраивали рядом с местами стоянок (в зале за залом Бороды, трещине за залом Обвальным, над уступом в «Третью часть пещеры», в тупиках у Каминного зала) и в случайных местах по мере необходимости.

В лагерях устанавливались столы из каменных плит, а на полочках у стен раскладывали принесенные припасы. Работало большое количество горелок и примусов, несколько раз были настоящие пожары и взрывы газовых баллонов. Пища рассыпалась, остатки выплескивали под стены, котлы с едой парили на стены. На стенах и импровизированных столах крепились свечи. Воду для приготовления пищи брали из озера за залом Обвальным, в колодце перед шкуродером Пылесос, в гуровом озерце из тупика за Снежной королевой, с наледей из Входной галереи. В залах Классики, Бороды устраивали праздники с фейерверками, петардами и елками.

Надписи на стенах были в основном во входном гроте, дальше по пещере люди только царапали на стенах, в последнее время появилась новая тенденция – писать в ходах краской из баллончиков. В 2012 году краской расписали дерево и стены на входе в пещеру и на входах в «Пятую часть».

На каменных отложениях и грунтах пещеры, загрязненных органическими веществами (остатки пищи, фекалии, свечные остатки), начали коврами разрастаться плесневые грибы. Грибной мицелий и споры на обуви посетителей разносился по всей пещере, даже туда, где загрязнения были небольшие. В пещере появился стойкий запах плесени, туалета и погребов.

На данный момент многие достопримечательности пещеры, бывшие когда-то ее визитной карточкой, сильно изменились или исчезли вообще. По наблюдениям членов спелеоклуба им. В.Н. Насонова [18] и по собственным впечатлениям, в настоящее время пещера выглядит следующим образом:

Ледовый городок, на наледи при входе, больше не имеет того великолепия, которым он обладал раньше. Прекрасная 120 м наледь сокращается, она потеряла свой зеленовато-голубой цвет и стала грязно-серой. Тает и уменьшается в размерах сталагмит «Снежная Королева», теперь её высота менее 2 м.

Из Входной галереи и Медвежьего колодца посетители выносили костные отложения в качестве сувениров. В настоящее время уже не встретить на поверхности крупных костей, остались лишь мелкие фрагменты. Сейчас «черные копатели» разбивают стены в этой части пещеры в поисках артефактов. В июле 2012 г. в пещере лежал целый череп лося, однако в августе его уже не было, а осенью череп был выставлен на продажу через Интернет.

В Пагоду, стоящую во Входной галерее, засовывают монеты, и она покрывается ржавыми разводами. От Музыкальной шкатулки (грот в Лагерном ходе) осталось одно название: натечные образования обломаны, и теперь не сыграешь мелодию. Знаменитый Красный сталактит у поворота на Атлантиду в 2010 году исчез бесследно. Выломаны гипсовые цветы в Цветочном ходе, новые не успевают вырасти, их опять ломают посетители. Значительно обеднели кораллиты в ходе Атлантов. В Классическом зале давно нет пещерного жемчуга, затоптаны ванночки и гуры, и по всему залу разбросаны остатки свечей, мусор и везде очень много плесени.

Стены многих частей пещеры (особенно до 12 м уступа) покрыты копотью, поскольку до колодца часто ходят с факелами. Костры разжигали в пещере в самых неожиданных местах: на наледи, во Входной галерее и – даже у 12-ти метрового колодца. Светло-коричневые натечки

в ходах, открытых в конце 2000-х годов тоже покрыты копотью. В Каминном зале в озере под камином очень часто можно встретить плавающий мусор или даже пленку из чайнок и саж, натечная кора на полу значительно потемнела от глиняных следов, покрыта многочисленными колониями грибов.

Во входной галерее после ледника всего на 60-ти метрах в нишах чередуются места стоянок и туалеты, чувствуется сильный запах аммиака и плесени. На полу, на камнях - мелкий мусор, камни засалены.

Оценки посещаемости пещеры различны. С точки зрения Ю.В. Соколова (2009) за последние десять лет количество посетителей приходящих к пещере возросло – до 10 тыс. чел./год, а посещающих дальние части до 3 тыс. чел./год.

По данным Н.И. Рычаговой в начале января 2009 г., только за один день, в пещере устроило лагерную стоянку 172 человека, 33 человека ежедневно приходили с поверхности и 27 – приехали на один день. В тот день запускали петарды в Классическом зале. По её же данным на 8.01.2010 г. в пещере лагерную стоянку устраивало 243 человека.

Наш летний подсчет 2013 года показал, что в июле в выходной день к пещере прошло около 50 человек, а в августе в будний день – 20.

В селе Имендяшево Гафурийского района была построена турбаза «Табын», для которой основным туристическим объектом должна была стать пещера Киндерлинская. В Интернете появились объявления [17] об организации платных туров в пещеру, различной степени сложности: от привходовой части до залов Классический и Каминный. Стоимость поездки невысока. Жители окрестных деревень зимой и летом устраивают платные экскурсии для желающих. Пещера стала хорошим источником дохода для многих людей.

Пещеру посещают туристы не только из Башкортостана, но и со всей России (Челябинск, Пермь, Саратов, Самара, Москва, Владивосток и т.д.).

Неконтролируемое посещение пещеры неорганизованными туристами и группами с экскурсоводами-предпринимателями привело к ряду несчастных случаев. В 2010 году 14 июля погиб 57 летний мужчина, упав в колодец Летучего Голландца. В ноябрьские праздники этого же года девушка из Набережных Челнов, пришедшая с частной экскурсией, сломала ногу, и все находящиеся тогда в пещере спелеологи под руководством ребят из клуба В. Нассонова несколько часов доставали её из пещеры. На протяжении десяти последних лет произошло порядка 15 несчастных случаев. Пещера становится небезопасной, в 2006 г. открылся колодец в ход Летучий Голландец. На данный момент ширина провала продолжает увеличиваться, под наледью появились большие пустоты, есть угроза провала основной тропы.

В 2007-2011 гг. в пещере проводился Приволжский региональный семинар МЧС России по спасательным работам.

Экологические работы в пещере: Регулирование микроклимата. В 2005-2007 гг. предпринимались попытки защитить наледи пещеры от таянья, поэтому с июля по ноябрь во Входном гроте навешивался полиэтиленовый экран для предотвращения заноса теплого воздуха с поверхности (Ю.В. Соколов), однако эта мера не принесла результатов. В зимний период, когда идет накопление холода в пещере, здесь длительно находятся люди, используются нагревательные приборы (примуса, горелки, костры), что повышает тепловую нагрузку и способствует таянию ледяных образований.

Очистка пещеры от мусора. Первая экспедиция по очистке пещеры была проведена ТЦ «Карст» (рук. А. Афанасьев, Ю.А. Туманов) летом 1993 г. Очищался склон до входа в пещеру и пещера до Лагерного хода. Мусор был сожжен и частично закопан на третьей надпойменной террасе реки Зилим.

В 1995 и 1997 гг. спелеообъединение при Доме детско-юношеского туризма и экскурсий (В. Гершов) и спелеоклуб «Грань» (А. Кузьмин, М. Ефремов), при поддержке МЧС и ГО РБ, убрали мусор с привходовой части. Мусор погребли под камнями в ближайшем логу. В 2005 г. была проведена акция турклуба «Оптимист» (О. Малужко), при поддержке спелеоклубов «Штурм» (Ю.В. Соколов), им. В. Нассонова (Н.И. Рычагова) и других энтузиастов. Производилась очистка склонов холма у пещеры, привходовой зоны, пещерных туалетов (I, II, III частей), ликвидация старых могильников [12]. Было вывезено несколько тонн отходов. Однако мусора

было так много, что его часть была оставлена на берегу, и весной следующего года смыта рекой.

В 2009-2010 гг. очистку пещеры от мусора проводил спелеоклуб им. В. Нассонова. Очищался ледник, привходовая часть, частично Вторая и Пятая части, а также туристические стоянки. С 2011 г. ежегодно проводятся масштабные «Экологические спелеолагеря» Федерации спелеологии и спелеотуризма Республики Башкортостан (ФСС РБ, руководитель Н.И. Рычагова), где систематически и планомерно производится очистка склона перед входом и ходов пещеры от всех видов антропогенного мусора.

В июле 2012 и 2013 годов в пещере производилась химическая обработка перекисью водорода (15%) и биоцидами очагов роста мицелиальных грибов на каменных отложениях пещеры (зале Бороды, над уступом и под уступом К 12, в зале Каминном). Однако, эти участки вновь посещались людьми, обработанные площадки были загрязнены органическими веществами, что затрудняет интерпретацию результатов пробной обработки. Работа производилась Л.Ю. Кузьминой, А.С. Рябовой (Институт биологии УНЦ РАН) и О.Я. Червяцовой (Заповедник «Шульган-Таш»).

Карантин в пещере. В 2010 г. представители ФСС РБ приняли консолидированное решение о закрытии пещеры для массового посещения туристов, устраивающих экспедиции с подземными лагерями. Целью закрытия пещеры была её очистка и период покоя («карантин») для восстановления экосистемы. Была установлена решетка (21.10.2010 г.) в ходе «Пылесос», частично ограничивающая доступ в пещеру.

Однако, непонимание проблемы среди части спелеотуристов приводит к нарушению режима «покоя». С начала 2011 года решетка взламывалась 6 раз (табл. 1). При проникновении в пещеру несознательных спелеологов и туристов возобновляются подземные базовые лагеря (зал Бороды, зал Обвальный, ход Атлантов), что приводит к загрязнению уже очищенной площади. Таким образом, за три года после решения о закрытии пещеры, реально процессы самоочищения протекали не более 26 месяцев.

Таблица 1

Режим доступа в пещеру Киндерлинская (по данным спелеоклуба им. В. Нассонова)

Год	Открыта	Закрыта	Посещение, месяцы	
			свободное	закрытое
1975		решетка с калиткой на входе	–	< 12
1977		решетка перед ходом в ход Пылесос	–	< 12
	с 1974-2009		36 лет	–
2010		21.10.2010	–	2
2011		до 03.2011 частично открыта, закрыта с 03 - 09.2011	–	9
	2 – 3 дек. 10.2011	11.2011 – 31.12.2011	≈ 20 дней	< 3
2012	в 1 дек. 01 - 03.2012	03 - 11.2012	3	7
	11.2012	12.2012	1	1
2013	01 - 07.2013	07 - 09.2013	7	2
	09.2013 - 4.11.2013	4.11 - 20.11.2013	> 2	16 дней
2014	20.11.2013 - 2.03.2014	1.03.2014	3	2
	с 10.2010 - 04.2014	3 года 6 мес.	1 г 4 мес.	2 г 2 мес.

Научные исследования. В 2011 г. (19-20.02) в пещере усилиями ФСС РБ при поддержке администрации Гафурийского района РБ проводилась экологическая экспедиция. В ней участвовали специалисты-экологи Ш.Р. Абдуллин (Башкирский государственный университет) и С.Е.Мазина (МГУ им. М.В. Ломоносова). В течение нескольких лет в рамках экологических спелеолагерей ФСС РБ по очистке пещеры, в ней проводились научные исследования (4-13.07.2012, 9-15.7.2013 гг). В экспедициях участвовали ученые из России и других стран (С.С. и Д.С. Потаповы, Н.В. Паршина (Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс), О.И. Кадебская (Горный инсти-

тут УрО РАН), П.В. Косинцев (Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург), О.Я. Червяцова (Государственный природный заповедник Шульган-Таш), А.Г. Яковлев (Институт геологии УНЦ РАН, г. Уфа), Л.Ю. Кузьмина (Институт биологии УНЦ РАН, г. Уфа), Джонатан Бейкер (Университет штата Невада, Лас Вегас, США), Джованни Бадино (Университет г. Турин, Италия).

Целью экспедиций было исследование состояния пещеры и её экологии. Проводились изучение микроклимата, дозиметрический контроль, гидрохимические, минералогические, палеонтологические, микробиологические и зоологические исследования. В результате работы были даны рекомендации о прекращении посещений пещеры, полной очистке ее от мусора и последующих восстановительных работах.

Микробиология пещеры. Пещеры, как и любые экосистемы на Земле, заселены различными микроорганизмами. Причем в условиях отсутствия света, постоянных температур, только бактерии за счет своих широких метаболических возможностей могут выполнять функции первичных продуцентов органического вещества (на поверхности это делают растения). Другими источниками жизненно необходимых макро- и микроэлементов являются воздух, вода, попадающая с поверхности, живые организмы (в том числе и люди), активно проникающие в пещеры. Понятно, что эта система, находящаяся в условиях ограниченности доступных ресурсов весьма хрупка, любое изменение в трофическом статусе, освещенности, микроклимате может привести к значительным, часто необратимым последствиям.

Микробиологические исследования, проведенные в феврале 2010 года, показали, что численность микроорганизмов в грунте пещеры зависит от уровня рекреационной нагрузки. В местах с высокой посещаемостью (Входная галерея, зал Обвальный, зал Классический, Третья часть пещеры) в грунте обнаруживалось максимальное количество бактерий и микроскопических грибов. В малопосещаемых, труднодоступных местах пещеры численность микроорганизмов была минимальной. Во всех исследованных образцах были обнаружены бактерии группы кишечной палочки (БГКП), что свидетельствует о фекальном загрязнении. В зонах массового посещения (Входная галерея, зал Классический, Третья часть пещеры) уровень численности этих бактерий колебался от «опасной» до «умеренно опасной» степени загрязнения.

Исследование микробиологического состояния водоемов пещеры показало, что в воде озер бактерии кишечной группы отсутствовали, в других точках (лужицы) их количество составляло 1-3 КОЕ/мл, что не превышает безопасный уровень: для озер и других водных источников (СанПиН 2.1.4.1175-02, СанПиН 4630-88). Однако в донных отложениях, изученных водоемов пещеры, БГКП выявлялись в больших количествах, чем в окружающих грунтах. Полученные данные могут свидетельствовать о том, что именно донные отложения могут выступать резервуаром потенциально опасных для человека групп микроорганизмов.

Микроскопические грибы, как было сказано выше, являются одним из самых заметных «знаков» загрязнения пещеры вследствие рекреационной нагрузки. В ходе микологического анализа из различных экологических ниш пещеры (грунт, камни, вода, донные отложения, органические остатки) было выделено 93 штамма грибов. Состав микобиоты пещеры характеризовался как наличием космополитных видов, представленных в почвах дневной поверхности (*Aspergillus restrictus*, *A. versicolor*, *Clonostachys rosea* f., *Acremonium charticola*, *Cladosporium cladosporioides*, виды рода *Penicillium*), так и микромицетов не типичных для почв Башкортостана [9]. Анализ литературных данных позволяет предположить, что именно эти виды могут быть специфично приурочены к подземным (пещерным) местообитаниям (*Aspergillus aureolatus*, *Cephalotrichum stemonitis*, *Geomyces pannorum*, *Trichoderma polysporum*). Доминировали *Aspergillus aureolatus* и *Geomyces pannorum*. Следует отметить, что последний вид является опасным для людей, имеются данные о его способности вызывать онихомикозы [14]. Анализы микобиоты грунта пещеры, проведенные в последующие годы, показали, что видовой состав микроскопических грибов меняется – неуклонно увеличивалось видовое богатство и обилие представителей рода *Penicillium*. В 2011 году в феврале было выделено 8 видов, в ноябре – 9 видов, но уже в декабре 2012 года - 17 видов. Максимальным обилием и частотой встречаемости характеризовался вид *P. aurantiogriseum*.

В 2012-2013 годах проведена идентификация микромицетов из визуально заметных очагов их роста. Следует отметить, что большая часть колоний развивалась на остатках свечей. Анализ полученных результатов показал, что в составе обрастаний присутствуют 15 видов микроскопических грибов. В образцах из зала Бороды доминировали *P. aurantiogriseum*, *P. spinulosum* и *Aspergillus versicolor*, в образцах из зала Каминный - *Aspergillus aureolatus*. Обработка участков развития микромицетов биоцидами (2012 год, зал Бороды) привела к изменениям в их составе – снизилось обилие *P. aurantiogriseum*, появились виды, характерные для пещерных местообитаний (*Phyalophora* sp., *Oidiodendron cereale*), что можно рассматривать как аргумент в пользу такого метода борьбы с микологическим загрязнением. Однако, все работы по использованию в пещере биоцидов любого происхождения (химического или биологического) необходимо проводить под строгим микробиологическим контролем, позволяющим вовремя выявить возможные негативные последствия их применения для микробиоты пещеры.

Как видно из приведенных данных микробиота пещеры чутко реагирует на изменения, вызванные деятельностью человека, что делает очевидным необходимость использования микробиологических параметров при проведении мониторинга состояния пещеры Киндерлинская.

Пещера Киндерлинская - памятник природы. В 2011 г. усилиями карстоведов, краеведов и экологов (А.И. Смирнов, Ю.В. Соколов, А.М. Волков, Ш.Р. Абдуллин, Н.И. Рычагова) было сделано обоснование для придания пещере статуса памятника природы. В этом же году принято постановление Правительства РБ № 514 (от 30.12.2011 г.) об объявлении пещеры Киндерлинская памятником природы республиканского значения. В 2013 г. постановлением Правительства РБ № 12 от 25 января было узаконено «ограничение доступа посетителей в пещерный комплекс до полной его очистки от антропогенного мусора и восстановления; доступ разрешается только специалистам, изучающим пещеру и группам, производящим очистку пещеры от мусора».

Несмотря на это в пещеру, объявленную памятником природы, продолжается несанкционированное проникновение туристов (см. табл. 1), она подвергается дальнейшему загрязнению, разграблению, что ведет к неизбежной гибели не только ее экосистемы, но и к полной деградации пещеры как туристического спелеообъекта.

Заключение. Нерегулируемая рекреационная нагрузка привела к серьезным негативным последствиям для спелеосистемы пещеры Киндерлинская. Для сохранения и восстановления экосистемы необходимо соблюдение рекомендаций, заключающихся в строгом соблюдении режима «покоя», предполагающему минимальное, строго регламентированное посещение, поддержании трофического статуса пещеры (исключение попадания органических веществ антропогенного происхождения – пища, свечи, древесина, ткани, пластик, продукты жизнедеятельности и т.п.), продолжении работ по очистке, выполняемых при неуклонном соблюдении вышеперечисленных условий. Одновременно необходимо проведение детального и целенаправленного мониторинга всех элементов экосистемы пещеры.

Для экскурсионного обслуживания необходим научно обоснованный проект обустройства пещеры с аргументированным регламентом проведения экскурсий. Кроме того, требуется организация контроля над деятельностью туристических фирм и частных лиц на территории памятника природы пещера Киндерлинская.

Авторы выражают благодарность В.В. Климу, Н.И. Рычаговой, Ю.В. Соколову, Ю.А. Туманову за предоставленные материалы и рекомендации по содержанию данной работы.

Литература

1. Абдуллин Ш.Р. Особенности загрязнения экосистем пещер // Спелеология и спелеостология. Мат III межд. науч. заочной коф., 26-27 ноября 2012 г. Набережные Челны. – Наб. Челны: НИСПТР, 2012. – С.216-217.
2. Андреев А.С. Пещера «Победа» // Карст Южного Урала и Приуралья, Уфа. 1978. – С. 142-147.
3. Вахрушев Г.В. Ледяные пещеры в карбонатных породах Башкирии // Пещеры. 1972, вып. 12-13. – С. 108-118.

4. Гидрогеология СССР. – М.: Недра, 1972. – 39 с.
5. Камалов А.А., Шакуров Р.З., Ураксин З.Г. Словарь топонимов Башкирской АССР / Под ред. Гарипова Т.М., Камалова А.А., Ураксина З.Г. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1980. – 200 с.
6. Климец В. Именем Победы // Газета Вечерняя Уфа. 1975. 12 мая.
7. Кожамкулова Б.С. Сравнительная характеристика ископаемой фаун крупных млекопитающих из пещер «Победы» и «Заповедная» // Ежегодник 1994. Информационные материалы УНЦ РАН. 1995. – С 40-42.
8. Кудряшов И.К., Климец В.В. Подземные дворцы Башкирии // Рекламный проспект. – Уфа: Из-во Башкирского обкома КПСС, 1984. – 32 с.
9. Кузьмина Л.Ю., Галимзянова Н.Ф., Абдуллин Ш.Р., Рябова А.С. Микробиота пещеры Киндерлинская (Южный Урал) // Микробиология. 2012. Т. 81. №2. – С. 273-281.
10. Пещеры Поволжья, Урала и Приуралья. Статистический справочник. – Набережные Челны: НГПИ, 2010. – 71 с. (дополнения от 1.02.11 <http://pro-speleo.ru/index/katalog/o-40>).
11. Пещеры Урала / Труды ЭОН и Комиссии № 2 при ОГГН. Под ред. Ферсмана А.Е. – М.: Свердловск, 1942.
12. Мазина С.Е., Северин А.В. Разработка метода реабилитации антропогенно – трансформированных подземных систем на примере Новоафонской пещеры // Экологическая химия. 2007. Т. 3. № 16. – С. 175–181.
13. Малушко О.А. Проблемы охраны пещеры Киндерлинской // Вопросы изучения биологического разнообразия и геологических памятников охраняемых природных территория Южного Урала: Сборник научных трудов. Вып. 4. / Под ред. Б.М. Миркина, Н.М. Сайфуллиной – Уфа: Информреклама, 2012 – С. 291-297.
14. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. – М.: Мир, 2001. – 486 с.
15. Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Карст и спелеология // Карст Башкортостана. Под ред. Р.Ф. Абдрахманова. – Уфа: РА Информреклама, 2002. – С. 301-340.
16. Соколов Ю.В. Спелеотуристический потенциал Республики Башкортостан // Природное и культурное наследие Южного Урала как инновационный ресурс. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. – С. 27–38.
17. Турклуб Олимп (г. Стерлитамак) // http://vk.com/tk_olimp
18. УфаТуризм.ru // http://www.ufatourism.ru/plugins/forum/forum_viewtopic.php?9576
19. Хижняк С.В., Таушева И.В., Березикова А.А., Нестеренко Е.В., Рогозин Д.Ю. Психрофильные и психотолерантные гетеротрофные микроорганизмы карстовых полостей средней Сибири // Экология. 2003. № 4. – С. 261–266.
20. Northup D., Beck K., Mallory L. Human impact on the microbial communities of Lechugilla Cave: Is protection possible during active exploration // NSS Conventional Abstracts. Jour. Of Cave and Karst and Studies. 1997, December. – P. 166.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЗЕЛеной ВОДОРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS* BEIJERINCK В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ЭКСКУРСИОННОЙ ПЕЩЕРЕ НОВОАФОНСКАЯ (АБХАЗИЯ)

С.Е. Мазина, М.А. Макаренко, С.И. Шестакова

Московский государственный университет пищевых производств; Институт ветеринарной экспертизы, санитарии и экологии; 125581, Москва, Фестивальная 22 к.4, кв.99; conophytum@mail.ru

Антропогенное воздействие способствует преобразованию условий существования экосистем, в результате может измениться состав и структура сообществ. Влияние техногенных факторов на организмы провоцирует возникновение морфологических и физиологических изменений, связанных с этим воздействием. Часто сигналом к поиску физиологических особенностей организмов является изменение их анатомо-морфологических характеристик.

Структурно-функциональные особенности организмов позволяют приспособиться к необычным для вида условиям обитания.

Важным фактором техногенного воздействия является искусственное освещение. Избыточное освещение и связанные с ним поведенческие реакции организмов изучаются в техногенных экосистемах. Как недостаток, так и избыток света, вызывают анатомо-морфологические изменения растений. Варьирование параметров освещения позволяет модифицировать развитие растений, влиять на появление генеративных побегов, изменять скорость развития вегетативных частей.

Одним из вариантов экосистем, развивающихся в условиях искусственного освещения, являются карстовые подземные полости, оборудованные для посещения туристами. Подземная среда характеризуется стабильной (чаще всего положительной) температурой в течение всего года, повышенной влажностью и наличием известковых и глинистых субстратов. Подземные полости сообщаются с поверхностью посредством водных и воздушных потоков и животных. При появлении освещения, из привнесенных с поверхности зачатков фототрофных организмов, вблизи источников освещения развиваются сообщества обрастаний («ламповая флора»). Такие сообщества изменяют внешний вид экскурсионных пещер, способствуют разрушению уникальных натечных образований, приводят к накоплению органического вещества и появлению неспецифичных для подземной среды гетеротрофных организмов, часто являющихся небезопасными для человека. Поэтому постоянно проводятся исследования развивающихся в подземной среде фототрофов, целью которых является анализ экологических особенностей развития неспецифичной для пещер флоры и разработка системы мер, направленных на снижение негативного воздействия от развития сообществ обрастаний. В последние годы особенно актуальными признаны методы, направленные не на удаление обрастаний фототрофов в экскурсионных пещерах, а на предотвращение их роста. Для этого совершенствуют системы освещения, ориентируясь в первую очередь на экологические особенности видов составляющих «ламповую флору». На пути создания оптимальной системы освещения возникает проблема недостаточной изученности видов, способных выживать в условиях пещер и, в первую очередь, их эколого-физиологических характеристик. В итоге модификации подвергаются такие параметры как спектр и интенсивность освещения, но не меняется подход к системе освещения, которую продолжают рассматривать обособленно от экотопа пещеры. В то же время при создании системы освещения в пещере необходимо учитывать пути проникновения зачатков фототрофов, анализировать расположение оптимальных субстратов для роста «ламповой флоры», видовой состав и структуру сообществ, сукцессии и динамику разрастаний фотосинтезирующих видов. Только комплексный подход к проблеме поможет создать динамичную систему освещения, способную предотвратить развитие сообществ обрастаний.

На сегодняшний день наблюдается явный недостаток информации об экологии подземных видов. Адаптационные возможности фототрофов пещерных местообитаний, оптимальные параметры существования, скорость развития видов и динамика изменения сообществ остаются слабо изученными.

Среди видов, составляющих сообщества обрастаний, отмечают папоротникообразные, мохообразные, водоросли и цианобактерии. Крайне редко встречаются высшие растения. Видовой состав зависит от субстрата и микроклиматических условий, в которых формируются сообщества. Во многих оборудованных освещением пещерах отмечены сходные характерные виды, доминанты и субдоминанты, которые можно рассматривать как виды, наиболее приспособленные к обитанию в подобных условиях. Одним из таких видов является *Chlorella vulgaris* Beijerinck. Целью данного исследования был анализ состояния популяции *C. vulgaris* в Новоафонской пещере (Абхазия).

В Новоафонской пещере температура колебалась в пределах 11-16°C, а влажность составляла 65-100 %. Наибольшее распространение *C. vulgaris* отмечено в Гроуте «Олень», где мощные лампы освещали свод подземного коридора. Сообщества, включающие *C. vulgaris* развивались на рыхлом известняке, на расстоянии 5-20 м от ламп, общая площадь зарастания составляла 20 м². Участки зарастаний представляли собой дискретно расположенные на по-

верхности рыхлого известняка окружности. В состав сообществ входили цианобактерии *Lep-
tolyngbya tenuis*, *Phormidium autumnale*, *Ph. formosum*, *Ph. rupicola*, которые занимали преимуще-
ственно краевые участки пятен обрастаний и микромицеты.

Производили измерения диаметра клеток *C. vulgaris*, в результате выявлено 4 размер-
ных группы водорослей, для каждой группы оценена частота и вероятность появления клетки
данного диаметра в популяции (табл. 1). Среднее значение диаметра клетки в популяции со-
ставляло $2,84 \pm 0,9$ мкм, 43% клеток имели диаметр равный или меньше половины от максималь-
ного диаметра, отмеченного в популяции. Максимальный диаметр имело менее 1% особей от
всей популяции. Исходя из выявленного распределения, можно предположить, что большая
часть популяции представлена молодыми растущими клетками, либо условия существования
популяции не оптимальны для развития крупных клеток.

Таблица 1

Диаметр клетки, мкм	Вероятность появления клетки данного размера	Частота появления клетки данного размера
≤ 3	0,43	222
3 – 3,9	0,36	182
4 – 4,9	0,15	74
≥ 5	0,06	33

Чтобы проверить это предположение необходимо проанализировать условия обита-
ния водоросли. Клетки водорослей располагались на поверхности известняка, сложенной ча-
стицами, размеры которых в 10-1000 раз превышали размеры клеток. Такой микрорельеф
создавал неравномерные условия освещения. Клетки располагались на частицах известняка
в несколько рядов, однако визуально клетки, находящиеся непосредственно на известняке и
клетки, лежащие в верхних слоях, представлены клетками различных размеров, без преобла-
дания клеток какого-то одного размерного интервала. Анализ размеров клеток в пятнах об-
растаний удаленных от источника освещения на разное расстояние также не выявил
отклонения от представленного в таблице распределения. То есть не наблюдалось выражен-
ной тенденции зависимости размеров клеток от освещенности, определяющей местополо-
жением. Поскольку данные обрастания располагались на значительном расстоянии от ламп, в
местах их локализации не происходило снижения влажности или повышения температуры
окружающей среды, которые могли бы повлиять на рост клеток.

Оценка репродуктивного потенциала популяции показала, что крупные клетки, потен-
циально способные к размножению в текущий момент времени могут дать примерно 56% во-
дорослей от общего числа особей, составляющих данную популяцию, что соответствует
наблюдаемым параметрам. Исходя из выявленного распределения, можно предположить,
что большая часть популяции, а именно 79%, представлена молодыми растущими клетками.

Анализ размерной структуры клеток популяции зеленой водоросли *C. vulgaris* показал,
что популяция находится в активном структурно-функциональном состоянии. Соотношение
молодых, растущих и готовых к размножению особей оптимально для поддержания числен-
ности популяции и дальнейшего ее роста. Можно сделать вывод, что водоросль *C. vulgaris* адап-
тирована к существованию в пещере при искусственном освещении.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЭКСКУРСИОННОГО МАРШРУТА В ПЕЩЕРЕ ШУЛЬГАН-ТАШ

Ш.Р. Абдуллин¹, И.А. Гайнутдинов²

¹Башкирский государственный университет, 450076, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. З. Валиди, 32

²Государственный природный заповедник «Шульган-Таш», 453585, Россия, Республика Башкортостан, Бурзянский район, д. Иргизлы, ул. Заповедная, 14

Одной из проблем экскурсионных пещер является «ламповая флора» – цианобактерии, водоросли, мхи, лишайники, папоротники и цветковые растения, развивающиеся при искусственном освещении [19, 23]. В результате развития «ламповой флоры» снижается эстетическая ценность пещер, происходит разрушение пола и стен, известны случаи разрушения палеолитических рисунков (пещера Ляско). Кроме этого происходит накопление органических веществ, что может способствовать росту плесневых грибов, которые также способны разрушать стены пещер, причем, уже без света. При использовании ламп накаливания изменяется и микроклимат пещер, что в целом также увеличивает их разрушение [11].

В последнее время для контроля роста «ламповой флоры» в экскурсионных пещерах используют светодиоды, так как они способны давать свет низкой интенсивности и определенной длины волны, которая не способствует фотосинтезу [25, 24, 26]. Однако некоторые цианобактерии и водоросли способны, используя дополнительный набор пигментов, фотосинтезировать и при других длинах волн. Это явление называется хроматической адаптацией [12]. Таким образом, пока невозможно однозначно оценить влияние светодиодов при использовании их в экскурсионных пещерах.

К дополнительным факторам развития «ламповой флоры» относятся занос ее зачатков с помощью воздуха, текущей воды, человека и животных [18, 29]. Все эти пути заноса были выявлены в пещере Шульган-Таш [14, 1].

Интересно отметить, что при функционировании экскурсионных маршрутов как до зала Хаоса, так и до Промежуточной площадки «ламповая флора» не развивалась [1], хотя для экскурсий использовались и используются шахтерские фонари с лампами накаливания. Соответственно, одним из факторов развития «ламповой флоры» может быть стационарность или временность освещенности, что отмечается и в литературе [27].

Целью данной работы является изучение влияния экспериментального светодиодного освещения на развитие «ламповой флоры» на территории экскурсионного маршрута в пещере Шульган-Таш (Каповой).

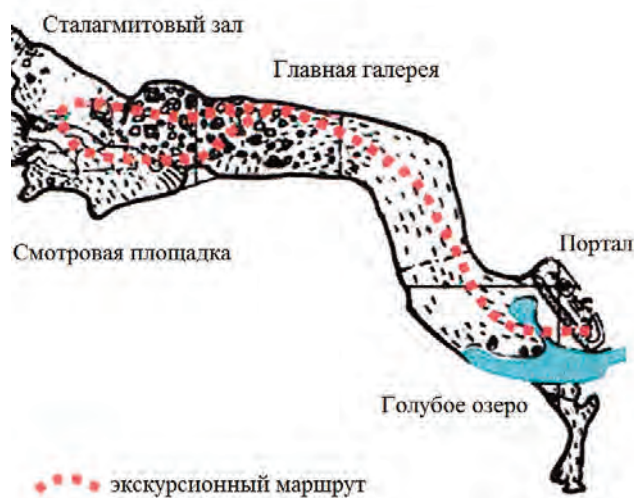


Рис. 1. Схема экскурсионного маршрута в привходовой части пещеры Шульган-Таш [10].

Материалы и методы. Пещера Шульган-Таш (Капова) находится на правом берегу реки Белая, на территории заповедника «Шульган-Таш», в Бурзянском районе Республики Башкортостан, в 4 км ниже деревни Новоакбулатово. Галереи и залы полости расположены на 3 ярусах. Общая протяженность всех доступных ныне ходов пещеры превышает 3000 м. Генезис полости неразрывно связан с рекой Шульган, которая в нескольких км от входа в пещеру уходит под землю. В Шульган-Таше река доступна лишь на нижнем ярусе в Дальнем отделе. У входа Шульган, поднявшись с глубины 82 м, образует Голубое озеро-родник. На верхнем ярусе пещеры расположены 2 озера – Ближнее верхнее и Дальнее верхнее. Пещера залегает в девонских и ка-

менноугольных известняках. Всемирную известность пещера получила после находок А.В. Рюминым в 1959 году рисунков палеолитического человека [9]. В пещере проходит кольцевой экскурсионный маршрут от входа (грот Портал) через Главную галерею, Сталагмитовый зал и Смотровую площадку (рис. 1). На стенах Главной галереи для посетителей сделаны копии палеолитических рисунков [10].

Экспериментальное светодиодное оборудование для освещения экскурсионного маршрута в пещере Шульган-Таш было установлено на 3 площадках: 1 – Главная галерея, напротив копий палеолитических рисунков (правая стена, по ходу в пещеру); 2 – Сталагмитовый зал; 3 – Смотровая площадка (рис. 1). На каждой площадке было смонтировано по 4 светодиодных лампы холодного белого цвета, рассчитанные на напряжение 12 В: 1 площадка – мощностью 1,1 Вт (6500 К); 2 площадка – мощностью 2,7 Вт (6500 К); 3 площадка – мощностью 5,0 Вт (6800-7200 К). Половина ламп на каждой площадке крепилась стационарно, половина – подвижно. У подвижных ламп направление освещения изменялось раз в 3-4 дня. Освещение на 1 и 2 площадках было оборудовано 26.08.2011; на 3 площадке – 26-27.10.2011. При наличии экскурсий освещение включалось лишь во время прохождения экскурсантов. При отсутствии экскурсий для эксперимента освещение включалось 5 раз в неделю в будние дни по 4 часа в день (с 12-00 до 16-00).

С августа 2011 г. по ноябрь 2013 г. (26.08.2011, 27.10.2011, 14.12.2011, 10.02.2012, 21.04.2012, 13.06.2013, 13.07.2013, 02.08.2013, 15.08.2013, 13.09.2013, 13.10.2013, 13.11.2013) на участках с экспериментальным освещением было отобрано 280 проб грунта и соскобов со стен. Все пробы помещались в стерильные пластиковые пакеты. Отбор проводился стерильными инструментами [8].

В местах отбора проб замерялась освещенность. Замеры температуры, влажности, направления и скорости движения воздуха проводились в течение всего периода исследований. Кроме этого учитывалось число посетителей экскурсионного маршрута в пещере в различные периоды.

Выявление видового состава цианобактерий и водорослей в пробах, а также подсчет выросших колоний проводились в лаборатории после культивирования проб на твердой агаризованной среде №6 [6] после 10-ти дней культивирования. В исследованиях использовался световой микроскоп “Микмед-1”. Цианобактерии и водоросли культивировались в люминистате при освещенности 2500-3000 лк и комнатной температуре.

При определении водорослей использовали определители В.М. Андреевой (1998), М.М. Голлербаха с соавт. (1953), М.М. Забелиной с соавт. (1951), П.М. Царенко (1990), K. Grammer, H. Lange-Bertalot (1986; 1991), J. Komárek, V. Fott (1983).

Систематика цианобактерий приведена по K. Anagnostidis, J. Komárek, (1986; 1988; 1989), систематика диатомовых – по F.E. Round с соавт. (1990). Зеленые водоросли даны по системе, приведенной в справочнике «Водоросли» (1989); порядки *Tetrasporales*, *Chlorococcales* и *Chlorosarcinales* приводятся согласно В.М. Андреевой (1998). Жизненные формы даны по Т.И. Алексахиной и Э.А. Штиной (1984).

Частоту встречаемости, или константность видов (F) рассчитывали по формуле:

$$F = a/A \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где a – число образцов, в которых обнаружен вид, A – общее число исследованных образцов [8].

Результаты и обсуждение. Общая таксономическая и экологическая характеристика цианобактерий и водорослей. В ходе исследований в целом было выявлено 13 видов и внутривидовых таксонов цианобактерий и водорослей, относящихся к 3 отделам, 3 классам, 6 порядкам, 8 семействам и 11 родам (табл. 1). Доминировали представители отделов *Cyanoprokaryota* и *Chlorophyta*; порядков *Chlorococcales* и *Oscillatoriales*; семейства *Chlorellaceae*; родов *Leptolyngbya* и *Muriella*. Наиболее часто встречались виды *Mychonastes homosphaera* (F = 3,5%), *Choricystis shodatii* (F = 2,7%) и *Leptolyngbya boryana* (F = 1,9%).

В спектре жизненных форм – $Ch_5P_4hydr_2CF_1B_1$ – доминировали представители Ch- и P-формы. В 258 пробах не было выявлено вегетирующих цианобактерий и водорослей.

Площадка 1 (Главная галерея). В августе 2011 г. на данной площадке в результате качественного анализа обнаружили 3 вида и внутривидовых таксона цианобактерий и водорослей, относящихся к 2 отделам, 2 порядкам, 3 семействам и 3 родам (табл. 1). Незначительно доминировали представители отдела *Cyanoprokaryota*; порядка *Oscillatoriales*; все семейства и роды были представлены 1 видом. Наиболее часто встречался вид *Mychonastes homosphaera* (F = 50,0%). Спектр жизненных форм: P₂Ch₁. Альгологически стерильными оказались 4 пробы: 2 пробы грунта и 2 пробы со стен. В результате количественного анализа было выявлено низкое содержание цианобактерий и водорослей в пробах грунта: в среднем 25,5 колониеобразующие единицы (КОЕ)/г (табл. 1).

В июле 2013 г. на данной площадке в результате качественного анализа обнаружили 1 вид *Choricystis shodatii* из отдела *Chlorophyta* (табл. 1), представленный 1 колониеобразующей единицей (табл. 1).

Остальные пробы, отобранные на данном участке, не содержали цианобактерий и водорослей.

Площадка 2 (Сталагмитовый зал). В августе 2011 г. на данной площадке в результате анализа систематического состава выявили 9 видов и внутривидовых таксона цианобактерий и водорослей, относящихся к 3 отделам, 5 порядкам, 6 семействам и 7 родам (табл. 1). Незначительно доминировали представители отдела *Cyanoprokaryota*; порядков *Oscillatoriales* и *Chlorococcales*; семейств *Chlorellaceae* и *Pseudanabaenaceae*; родов *Leptolyngbya* и *Muriella*. Наиболее часто встречались виды *Leptolyngbya boryana* (F = 37,5 %) и *Muriella terrestris* (F = 37,5 %). В спектре жизненных форм – P₃Ch₃hydr.₁CF₁B₁ – доминировали представители P- и Ch-формы. Альгологически стерильными оказались 2 пробы со стен. Количественный анализ показал относительно высокое содержание цианобактерий и водорослей в пробах грунта (табл. 1).

В октябре, 2011 г. на данной площадке обнаружили 2 вида цианобактерий и водорослей, относящихся к 2 отделам, 2 порядкам, 2 семействам и 2 родам (табл. 1). Наиболее часто встречался вид *Muriella terrestris* (F = 25,0 %). Спектр жизненных форм: P₁Ch₁. Альгологически стерильными оказались 6 проб: 2 пробы со стен и 4 пробы грунта.

В результате количественного анализа было выявлено низкое содержание цианобактерий и водорослей в пробах грунта: в среднем 3,0 КОЕ/г (табл. 1).

В декабре, 2011 г. на данной площадке в результате качественного анализа выявили 6 видов цианобактерий и водорослей, относящихся к 3 отделам, 4 порядкам, 4 семействам и 6 родам (табл. 1). Наиболее часто встречался вид *Choricystis shodatii* (F = 25,0 %). В спектре жизненных форм – Ch₃hydr.₂P₁ – доминировали представители Ch-формы. Альгологически стерильными оказались 6 проб: 2 пробы со стен и 4 пробы грунта. Количественный анализ показал низкое содержание цианобактерий и водорослей в пробах грунта: в среднем 3,5 КОЕ/г (табл. 1).

В феврале, 2012 г. обнаружили 2 вида водорослей, относящихся к отделу *Chlorophyta*, 1 порядку, 1 семейству и 2 родам (табл. 1). Наиболее часто встречался вид *Choricystis shodatii* (F = 37,5 %). Жизненные формы представлены Ch-формой. Альгологически стерильными оказались 5 проб: 2 пробы со стен и 3 пробы грунта. В результате количественного анализа было выявлено низкое содержание цианобактерий и водорослей в пробах грунта (табл. 1).

В июне и августе 2013 г. на данной площадке был выявлен 1 вид *Chlorella vulgaris* (табл. 1) в количестве 1 КОЕ/г (табл. 1).

Остальные пробы оказались альгологически стерильными.

Площадка 3 (Смотровая площадка). В феврале 2012 г. на данной площадке был выявлен вид *Choricystis shodatii* из отдела *Chlorophyta* в количестве 11 КОЕ/г (табл. 1).

В июле 2013 г. обнаружили 1 вид *Chlorella vulgaris* из отдела *Chlorophyta* (табл. 1), в количестве 2 КОЕ/г (табл. 1).

Остальные пробы, отобранные на данном участке, не содержали цианобактерий и водорослей.

Таблица 1

Таксономический состав цианобактерий и водорослей участков с искусственным экспериментальным освещением пещеры Шульган-Таш в различные периоды

Таксон	ЖФ	08.2011		10.2011	12.2011	02.2012		06.2013	07.2013		08.2013	
		1	2	2	2	2	3	2	3	1	2	
Характеристика условий среды												
Температура воздуха, °С		+10,9 +11,0	+11,0 +11,1	+7,6	+3,1	+0,4	+4,1	+11,9	+15,7	13,3	13,1	
Относительная влажность воздуха, %		96-99	96-100	99	96	97	87	93	62	77	100	
Скорость движения воздуха, м/с		-0,43	-0,19	+0,09	+0,04	+0,2	*0,05	нд	нд	нд	нд	
Искусственная освещенность, лк		0,6-8,8	0,5-10,0	0,8-19,3	0,8-19,3	0,8-19,3	0,9-9,8	0,5-14,0	нд	нд	1,0-64,0	
Среднее число посетителей, чел./день		153,0	153,0	9,5	2,8	6,1	6,1	245,5	492,3	492,3	222,9	
Характеристика видового состава												
Количественный состав, КОЕ/г		1-44	2-433	1-5	1-6	0,5-2	11	1	2	1	1	
<i>Cyanoprokaryota</i>												
<i>Oscillatoriales</i>												
<i>Pseudanabaenaceae</i>												
<i>Leptolyngbya boryana</i> (Gom.) Anagn. et Kom.	P		+	+	+							
<i>Leptolyngbya hollerbachiana</i> (Elenk.) Anagn. et Kom.	P		+									
<i>Oscillatoriaceae</i>												
<i>Plectonema terebrans</i> Born. et Flah	P	+										
<i>Phormidiaceae</i>												
<i>Phormidium ambiguum</i> Gom.	P	+	+									
<i>Nostocales</i>												
<i>Nostocaceae</i>												
<i>Nostoc paludosum</i> (Kütz.) Elenk.	CF		+									
<i>Bacillariophyta</i>												
<i>Achnanthes</i>												
<i>Achnanthes linearis</i> (W.Sm.) Grun.	hydr.				+							
<i>Naviculales</i>												
<i>Naviculaceae</i>												
<i>Navicula minima</i> Grun.	B		+									
<i>Thalassiophysales</i>												
<i>Catenulaceae</i>												
<i>Amphora montana</i> Krasske	hydr.		+		+							
<i>Chlorophyta</i>												
<i>Chlorococcales</i>												
<i>Chlorellaceae</i>			+									
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer	Ch							+	+		+	
<i>Muriella terrestris</i> Boye-Pet.	Ch		+		+							
<i>Muriella magna</i> Fritsch et John.	Ch		+									
<i>Mychonastes homosphaera</i> (Skuja) Kalina et Punč.	Ch	+	+	+	+	+						
<i>Choricystis shodatii</i> (Jaag) Fott	Ch				+	+	+			+		

Примечания: ЖФ – жизненные формы; 1 – Главная галерея, напротив копий палеолитических рисунков; 2 – Сталагмитовый зал; 3 – Смотровая площадка; «+»: поток воздуха внутрь пещеры; «->» поток наружу; «*» - восходящий поток; «нд» - данные отсутствуют.

Грунт и часть стен в Сталагмитовом зале за весь период исследований были влажными, наблюдалась интенсивная капель. Видимо, повышенное число видов цианобактерий и водорослей, а также КОЕ/г в Сталагмитовом зале по сравнению с другими площадками в соответствующие периоды вызвано инфильтрационным и инфлюационным (во время паводков) заносом водой данных организмов. На это указывают и выявленные только на данном участке представители hydr.-форм диатомовых водорослей (табл. 1). Поэтому, на наш взгляд, этот участок из всех трех представляет наибольшую потенциальную опасность для развития «ламповой флоры» при искусственном освещении.

В исследуемый период не выявлена прямая корреляция качественного и количественного состава цианобактерий и водорослей с температурой, направлением и скоростью движения воздуха, числом посетителей в различные периоды, искусственной освещенностью (табл. 1), а также со стационарностью или подвижностью светильников. Влажность воздуха, инфлюационный и инфильтрационный занос, скорее всего, оказывали некоторое влияние на развитие цианобактерий и водорослей.

В целом за весь исследованный период (конец августа 2011 г. – конец ноября 2013 г.) развития цианобактерий и водорослей при использовании экспериментального светодиодного освещения не наблюдалось. Это позволяет говорить о том, что искусственное освещение экскурсионного маршрута с существующими параметрами не вызывает развития «ламповой флоры», тем не менее при обустройстве стационарного освещения необходим постоянный мониторинг ее возможного появления.

Выводы. В целом за весь исследованный период (конец августа 2011 г. – конец ноября 2013 г.) развития «ламповой флоры» при использовании экспериментального светодиодного освещения не наблюдалось.

В исследуемый период не выявлена прямая корреляция качественного и количественного состава цианобактерий и водорослей с температурой, направлением и скоростью движения воздуха, числом посетителей в различные периоды, искусственной освещенностью, а также со стационарностью или подвижностью светильников. Влажность воздуха, инфлюационный и инфильтрационный занос, скорее всего, оказывали некоторое влияние на развитие этих организмов.

В ходе исследований в целом было выявлено 13 видов и внутривидовых таксонов цианобактерий и водорослей, относящихся к 3 отделам, 6 порядкам, 8 семействам и 11 родам. Доминировали представители отделов *Cyanoprokaryota* и *Chlorophyta*. Наиболее часто встречались виды *Mychonastes homosphaera* (F = 3,5 %), *Choricystis shodatii* (F = 2,7 %) и *Leptolyngbya boyuana* (F = 1,9 %). В 258 пробах не было выявлено цианобактерий и водорослей.

Из всех трех участков экскурсионного маршрута Сталагмитовый зал представляет наибольшую потенциальную опасность для развития «ламповой флоры» при искусственном освещении, что вызвано высоким уровнем влажности стен и грунта, а также инфлюационным и инфильтрационным заносом водой цианобактерий и водорослей.

При обустройстве стационарного освещения необходим постоянный мониторинг возможного появления «ламповой флоры».

Литература

1. Абдуллин Ш.Р. Цианобактерии и водоросли пещеры Шульган-Таш (Каповой): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, Башкирский государственный университет, 2005. – 16 с.
2. Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. – М.: Наука, 1984. – 152 с.
3. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). – СПб.: Наука, 1998. – 351 с.
4. Водоросли. Справочник / Под ред. С.П. Вассера. – Киев, 1989. – 608 с.
5. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли. – М.: Советская наука, 1953. – 654 с.
6. Громов Б.В. Коллекция культур водорослей Биологического института Ленинградского университета // Труды Петергоф. биол. ин-та ЛГУ. – Л., 1965. Т. 19. – С. 125-139.

7. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М.: Советская наука, 1951. – 620 с.
8. Кузьяхметов Г.Г., Дубовик И.Е. Методы изучения почвенных водорослей. – Уфа, 2001. – 56 с.
9. Ляхницкий Ю.С. Шульганташ. – Уфа: Китап, 2002. – 200 с.
10. Ляхницкий Ю.С. Сокровище палеолита. – Уфа: Китап, 2008. – 188 с.
11. Мазина С.Е. Сообщества фототрофных организмов в экскурсионных пещерах при искусственном освещении: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2010. – 24 с.
12. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – С. 267-268.
13. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев: Наук. думка, 1990. – 208 с.
14. Abdullin Sh.R. and Sharipova M.Yu. Studies of algae in the Shulgan-Tash (Kapova) Cave, South Ural, Russia // *Cave and Karst Science*. Vol. 31, No. 2. 2004. – P. 83-86.
15. Anagnostidis K. and Komárek J. Modern approach to classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales // *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 73,2, *Algological Studies*. 1986. 43. – P. 157-226.
16. Anagnostidis K. and Komárek J. Modern approach to classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales // *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 80, *Algological Studies*. 1988. 50/53. – P. 327-472.
17. Anagnostidis K. and Komárek J. Modern approach to classification system of cyanophytes. 4. Nostocales // *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 82,3, *Algological Studies*. 1989. 56. – P. 247-345.
18. Dobat K. Considerations sur la végétation cryptogamique des grottes du Jura Souabe (sud-ouest de l'Allemagne) // *Annales de Speleologie*. 1970. V. 25. No. 4. – P. 872-907.
19. Dobat K. Flore de la lumière artificielle (Lampenflora – Maladie verte) // In C. Juberthie et V. Decu, eds. *Encyclopaedia biospeleologica*. Société de biospéologie, Moulis, France. T. II. 1994. – P. 1325-1335.
20. Komarek J., Fott B. Chlorophyceae (Grünalgen): Chlorococcales // *Binnengewässer*. Bd. 16. 1983. Vol. 7. № 1. – 1044 s.
21. Krammer K., Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa / Bd. 2. Bacillariophyceae. T. 1. Naviculaceae. Jena: Gustav Fischer Verl., 1986. – 876 s.
22. Krammer K., Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa / Bd. 2. Bacillariophyceae. T. 4. Achnanthaceae. Jena: Gustav Fischer Verl., 1991. – 434 s.
23. Mulec J., Kosi G. Lampenflora algae and methods of growth control // *Journal of Caves and Karst Studies*. 2009. V. 71. No 2. – P. 109-115.
24. Novomesky J. The past, present and future of the lighting equipment in Dobšiná Ice Cave // *Proceedings of the 2nd International Workshop on Ice Caves, Demänovská Dolina, 2006*. – P. 98-101.
25. Olson R. Control of lamp flora in Mammoth Cave National Park // In Hazslinszky, T., ed. *International Conference on Cave Lighting, Budapest, Hungary, Hungarian Speleological Society, 2002*. – P. 131-136.
26. Olson R. and Smith T. A taxonomic survey of lamp flora (Algae and Cyanobacteria) in electrically lit passages within Mammoth Cave National Park, Kentucky // *Int. J. of Speleol.* 2007. 36 (2). – P. 105-114.
27. Planina T. Prepec'evanje rasti vegetacije ob luc'eh v turistic'nih jamah // *Nas'e Jame*. 1974. V. 16. – P. 31-35.
28. Round F.E., Crawford R.M. and Mann D.G. *The Diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. – 748 pp.
29. Vegh Z. The problem of the lampflora in Baradla cave // In *Proceedings of the 10th International Congress of Speleology, Budapest, Hungary, Hungarian Speleological Society, Budapest, 1989*. – P. 559-561.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЯВЛЕНИЙ КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА НА ТЕРРИТОРИИ Г.МОСКВЫ

О.В. Зеркаль, Е.Н. Самарин

Геологический факультет, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
Москва, Ленинские горы, д. 1, МГУ

Введение. Территория г. Москвы в геологическом отношении характеризуется высокой степенью изученности. Первые научные сведения о геологическом строении региона были получены в сороковых годах XIX в. и опубликованы в работах Оливьери (1844) и С. Rouiller (1845) [4]. В 1897 г. Геолкомом издается Геологическая карта окрестностей г. Москвы, составленная С.Н. Никитиным, а в 1907 г. выходит геологическое описание, подготовленное А.П. Павловым. В 30-40^е г.г. прошлого столетия исследования геологического строения территории г. Москвы связаны с именем Б.М. Даньшина [4, 5]. Позднее, выходит целая серия сводных работ, обобщающих сведения об особенностях геологического, инженерно-геологического строения, анализирующих условия развития опасных геологических процессов на территории города [2, 3, 10, 12]. К 2010 г. завершается составление Карты крупномасштабного инженерно-геологического районирования территории г. Москвы (в масштабе 1 : 10 000), в основу которой был положен комплект из 8 аналитических карт, характеризующих современное состояние геологической среды [13]. Следует отметить, что длительное время в центре внимания проводимых инженерно-геологических исследований было, в первую очередь, выявление особенностей строения верхней части геологического разреза - соотношение стратиграфогенетических комплексов четвертичных отложений, ареалы развития меловых, средне-верхнеюрских и верхнекаменноугольных образований, подстилающих четвертичную толщу, предопределенных историей геологического развития региона. Значительное внимание также уделялось оконтуриванию разновозрастных палеодолин, в пределах которых отмечалась существенная изменчивость геологического разреза.

Первоначально, до конца 60^х г.г. XX в., в работах по оценке инженерно-геологических условий на территории г. Москвы при характеристике опасных геологических процессов основное внимание уделялось оползневым процессам. Считалось, что “в общем карст в условиях Москвы нельзя считать угрожающим физико-геологическим явлением”, т.к. “карст здесь малоактивен” [10]. Формирование в 1969 г. сразу двух провальных воронок, явившихся причиной разрушения жилого здания, в корне изменило существовавшие представления и дало толчок к изучению развития карстовых и карстово-суффозионных процессов в пределах г. Москвы [11].

К настоящему времени, по данным мониторинга в пределах Ходынского участка наблюдений ГМСН за развитием карстовых и карстово-суффозионных процессов насчитывается 51 провальная воронка диаметром от первых метров до 40 м и глубиной от 1,5 м до 5-8 м [6, 9]. Таким образом, среднемноголетняя интенсивность развития карстовых и карстово-суффозионных процессов на этом участке мониторинга составляет 0,05 случая/км² в год при средней плотности порядка 2 провалов на 1 км². Площадное обследование развития суффозионных и карстово-суффозионных процессов на территории Северо-Западного административного округа г. Москвы (площадь ~107 км²), проведенного в рамках государственного мониторинга состояния недр (ГМСН), показало близкие значения средней плотности – 1,87 провала/км².

Особенности техногенного воздействия на территории мегаполисов. Развитие на современном этапе крупных мегаполисов, включая г. Москву, сопровождается, с одной стороны, все более широкой практикой строительства высотных зданий и сооружений (как отдельно стоящих, так и их комплексов) с фундаментами глубокого заложения (10-15 м, а в отдельных случаях - до 30 м) значительной площади (до десятков тысяч м²), а, с другой стороны, вовлечением в освоение участков территорий, ранее рассматривавшихся в качестве “неудобий”, в

том числе с точки зрения их высокой предрасположенности к развитию карстовых и карстово-суффозионных процессов. Во многих случаях основными критериями при выборе участков планируемого строительства являются функциональное назначение проектируемого объекта, его привязка к существующей городской инфраструктуре. При этом, зачастую при принятии решений не учитываются ни особенности геологического строения территории, ни наличие условий для развития/активизации опасных геологических процессов.

Другим важным аспектом, требующим учета при инженерно-геологической оценке участков проектируемого строительства, является существенная неоднородность гидрогеологических условий на территориях крупных мегаполисов, включая г. Москву, которая обусловлена затрудненностью атмосферного питания подземных вод в пределах урбанизированных территорий, наличием спорадического и концентрированного питания подземных за счет утечек техногенных вод, функционированием дренажных систем (с относительно стабильным режимом водопонижения), а также водозаборов и локальных осушительных мероприятий (с нестационарным режимом функционирования). Как следствие, на урбанизированных территориях формируется существенно мозаичная картина распределения зон питания и разгрузки горизонтов подземных вод со сложно прогнозируемым режимом колебаний их уровня (а также химического состава, в т.ч. в период поступления в подземные воды противогололедных реагентов, значительно изменяющих их агрессивность), что создает, в ряде случаев, благоприятные условия для активизации карстовых и карстово-суффозионных процессов.

Таким образом, несмотря на огромные достижения в развитии современных технологий строительства, в настоящее время по-прежнему актуально проведение комплексной оценки инженерно-геологических условий осваиваемых территорий, включающей как всестороннюю характеристику инженерно-геологической ситуации на участках строительства, так и анализ существующих и потенциальных геологических опасностей, среди которые существенную роль играют карстовые и карстово-суффозионные процессы, относимые действующими нормативными документами к особым типам воздействия на здания и сооружения [14].

Факторы развития карстовых и карстово-суффозионных процессов на территории Московского мегаполиса. Развитие карстовых и карстово-суффозионных процессов на территории г. Москвы связано со средне- и верхнекаменноугольными карбонатными образованиями (московский ярус среднего пенсильвания, касимовский и гжельский яруса верхнего пенсильвания по международной стратиграфической шкале) во многих случаях перекрытых толщей песчаных и супесчаных отложений в разрезе которых присутствуют суффозионно неустойчивые разности грунтов. Отложения подольско-мячковского горизонта московского яруса (известняки, мергели, доломиты) в границах “старой” (в пределах МКАД) территории города залегают на глубинах 40 м и более, выходя на поверхность на “новых” территориях. В разрезе касимовского яруса выделяются (снизу вверх) [1]:

- кривякинская свита, слагаемая отложениями суворовской (преимущественно известняки, мергели) и воскресенской (глины с прослоями известняков) подсвит;
- хамовническая свита, представленная образованиями ратмировской (преимущественно известняки) и неверовской (глины с прослоями мергелей и доломитов) подсвит;
- дорогомилловская свита, слагаемая отложениями перхуровской (преимущественно известняки), мещеринской (глины с прослоями мергелей), измайловской (преимущественно известняки) и трошковской (глины, мергели) подсвитами.

Вскрываются карбонатные образования касимовского яруса на глубинах от первых (3-5 м) метров в пределах эрозионных врезов до 20-30 м.

В северо-восточных и восточных районах территории г. Москвы в верхней части каменноугольного разреза также залегают образования добрятинской свиты гжельского яруса, в составе которой выделяются русавкинская (известняки с прослоями доломитов) и щелковская (глины с прослоями мергелей и доломитов) подсвиты.

Погребенная под вышележащими отложениями поверхность каменноугольных образований существенно эродирована и имеет сложный характер, являясь важным фактором, контролирующим развитие карстовых и карстово-суффозионных процессов на территории

г. Москвы. Как очевидно, участками максимальной пораженности (в т.ч. реликтовой) карстовыми и карстово-суффозионными процессами выступают борта палеодолин и прибортовые участки палеоводоразделов. Также следует отметить, широкое развитие процессов выщелачивания и дезинтеграции карбонатных пород в погребенной кровле каменноугольных отложений.

Перекрываются каменноугольные образования юрскими отложениями, а в местах их отсутствия – четвертичными образованиями, в составе которых значительную роль играют песчаные и супесчаные отложений флювиогляциального, а в пределах эрозионных врезов – аллювиального генезиса. Нижняя часть разреза юрских отложений слагается бат-келловейскими континентальными образованиями, имеющими пестрый литологический состав (пески с песчано-галечными горизонтами, перекрываемые супесями, суглинками и глинами). Среднеюрские отложения преимущественно распространены на участках доюрского размыва (Главной Московской доюрской палеодолины и ее палеопритоков), где их мощность колеблется от первых метров до 40 м и более. Выше по разрезу залегает толща глин келловей-оксфордского возраста, являющаяся региональным водоупором, разделяющим трещинно-карстовые напорные (в природных условиях) воды каменноугольных отложений и подземные воды, приуроченные к песчаным толщам верхнеюрских, меловых (на участках их развития) и четвертичных образований. Мощность келловей-оксфордской глинистой толщи достигает 15-17 м. Однако, на отдельных участках доледникового размыва (Хорошевская и Татаровская палеодолины и их палеопритоки) и современного эрозионного вреза келловей-оксфордские глины в значительной мере (остаточная мощность 2-3 метра и менее) или полностью размыты, что также оказывает существенное влияние на развитие карстовых и карстово-суффозионных процессов на территории г. Москвы. Значительное влияние на сохранность регионального юрского водоупора оказывают реликтовые и современные проявления оползневых процессов.

Изучение инженерно-геологических условий участков проявления карстовых и карстово-суффозионных процессов на территории г. Москвы, активно проводимое с 70^х г.г. XX в., обобщение полученных данных позволили сформулировать набор критериев, указывающих на потенциальную карстовую и карстово-суффозионную опасность на территории мегаполиса. К опасным в карстовом и карстово-суффозионном отношении были отнесены районы, для которых характерны [7, 8]:

- наличие на дневной поверхности проявлений карстово-суффозионных процессов в виде провалов (воронок) и оседаний земной поверхности разной формы и размеров;
- сильная закарстованность толщи карбонатных пород каменноугольной системы, проявляющейся в виде карстовых полостей размером более 1 м, незаполненных или заполненных слабым переотложенным материалом, а также в наличии зон сильно раздробленных и интенсивно выщелоченных пород;
- отсутствие или прерывистое распространением, а также незначительная мощность (до 2-3 м) слабопроницаемых глинистых грунтов (водоупоров) юрского и каменноугольного возраста, перекрывающих закарстованную толщу;
- наличие вертикальной фильтрации подземных вод, создающей условия для суффозионного выноса рыхлых отложений в закарстованные породы, с градиентом вертикальной фильтрации более 3 и наличие температурных и гидрохимических аномалий в подземных водах;
- образование в процессе бурения провальных воронок вокруг стволов скважин в результате прорезания водоупоров и суффозионного выноса песков в карстующиеся известняки.

К потенциально опасным районам были отнесены территории [7, 8]:

- с отсутствием проявления карста на дневной поверхности;
- со слабой общей закарстованностью толщи карбонатных пород каменноугольного возраста, характеризующейся наличием единичных карстовых полостей, не превышающих 1,0 м, открытых или заполненных переотложенным материалом;

- с наличием глинистых водоупоров, перекрывающих закарстованные породы, мощностью не более 10 м;
- с градиентами вертикальной фильтрации, не превышающими 3.

Вместе с тем, к настоящему времени ряд указанных признаков практически не могут быть использованы или не оцениваются. В первую очередь, следует указать на то, что рельеф на территории города существенно спланирован и практически повсеместно перекрыт техногенными грунтами значительной мощности, маскируя существующие неактивные в настоящее время проявления карстовых и карстово-суффозионных процессов. Во-вторых, практически не проводится оценка химической изменчивости состава подземных вод вследствие того, что действующими нормативными документами, регламентирующими проведение изысканий, устанавливается минимальный объем изучения химического состава подземных вод на площадке в 3 пробы, что не позволяет получать представительные данные для анализа. С другой стороны, за последнее время произошло существенное развитие полевых методов изучения свойств и состояния грунтов (например, методы статического зондирования, георадарные методы и другие методы, позволяющие локализовать участки развития рыхлых разностей песков в зонах разуплотнения), результаты применения которых могут быть использованы при оценке карстово-суффозионной опасности.

Оценка карстовой и карстово-суффозионной опасности на площадках проектируемого строительства. Рассмотрим несколько примеров оценки развития опасных геологических процессов на площадках проектируемого строительства/реконструкции зданий высокого уровня ответственности, располагающихся в зоне действия факторов, влияющих на активность карстовых и карстово-суффозионных процессов, но находящихся вне пределов районов изучения и наблюдения в рамках мониторинга карстово-суффозионных процессов на территории г. Москвы. В качестве анализируемых примеров были выбраны:

- участок 1 – междуречье р. Москвы и р. Яузы, приводораздельная поверхность;
- участок 2 – район, располагающийся вблизи современного эрозионного вреза;
- участок 3 – район, включающий погребенный борт доледниковой палеодолины.

Все рассматриваемые участки располагаются в пределах II или III надпойменных террас современной долины р. Москвы - территории с длительном периодом вовлечения в хозяйственную деятельность (как минимум с конца XIX в.). Вместе с тем, ранее построенные на этих участках здания имели 2-3 этажа, не оказывая существенной нагрузки на геологическую среду и не предъявляя высоких требований к обеспечению безопасности при эксплуатации. Первые два участка располагают в северном склоне Хорошевской доледниковой палеодолины, а участок №3 – непосредственно в южном борту палеодолины.

Участок 1. Рассматриваемая территория, где проектируется реконструкция здания с освоением подземного пространства до отметок -13,0 м, в настоящее время представляет собой поверхность второй (мневниковской) надпойменной террасы р. Москвы в междуречье р. Москвы и р. Яузы. Современный рельеф территории был полностью спланирован, локальных мест понижений рельефа, характерных для участков развития карстовых и карстово-суффозионных процессов при обследовании выявлено не было, и, таким образом, геоморфологических признаков наличия карстово-суффозионной опасности рассматриваемая территория не имела. Провалов инструмента при бурении также не отмечалось. Однако, выполненный в процессе проведения работ анализ характера поверхности дотехногенного рельефа, перекрытого техногенными грунтами мощностью от 1,5 м до 4,5 м, позволил выявить наличие в центральной части площадки зоны оседания дотехногенной поверхности диаметром порядка 5 м с относительной глубиной до 0,8 м (рис. 1а). Последующий анализ инженерно-геологических условий участка показал, что кровля каменноугольных отложений, перекрытых маломощной песчаной толщей аллювиальных песков, вскрывается (при отсутствии горизонта юрского регионального водоупора) на глубинах 7,5-12 м. Представлены каменноугольные образования (сверху вниз) отложениями перхуровской (известняки, в кровле - щебень известняков и известковистая мука (до 30%), (рис. 1б)), неверовской (мергели и глины), ратмировской (трещиноватые, кавернозные известняки), воскресенской (мергели и глины с прослоями известняков) и суворовской (трещиноватые, кавернозные известняки) подцвет. Погребенная поверхность кровли камен-

ноугольных отложений на 20-22 м возвышается над отметками дна Хорошевской доледниковой палеодолины, расположенной на расстоянии нескольких сотен метров южнее, что, по-видимому, предопределило высокую активность развития карстовых процессов в доледниковый отрезок геологической истории района. Всеми пройденными скважинами по всему вскрытому разрезу (до глубин 50 м) были встречены интервалы существенной дезинтеграции карбонатных пород (до известковистой муки и щебня) мощностью от 0,4-0,5 м до 3 м, формирующих три яруса – в интервале глубин 11,6-13,6 м, 15,7-18,5 м, 30-30,5 м. Помимо этого, при бурении скважинами были вскрыты интервалы инъекционного заполнения карстовых пустот мощностью от 0,3-0,4 м (в верхней части толщи, вблизи кровли) до более 1 м (в нижней части перхуровских отложений). Вместе с тем, специальных противокарстовых мероприятий на рассматриваемой территории не проводилось, но на примыкающем участке осуществлялось строительство с опережающим созданием “стены в грунте”.

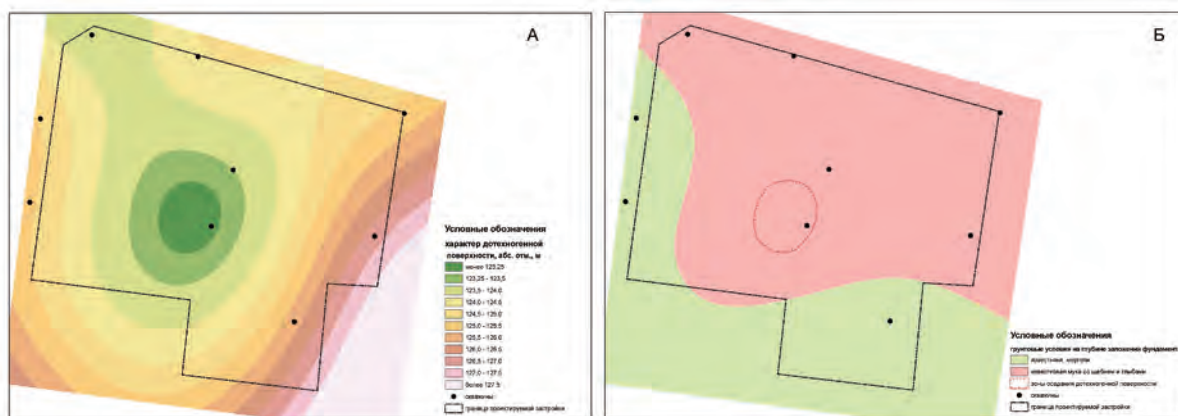


Рис. 1. Особенности инженерно-геологических условий на участке № 1.
 а) Зона оседания дотехногенной поверхности. б) Грунтовые условия на отметках заложения фундамента

Таким образом, рассматриваемый участок, очевидно, характеризуется высокой степенью карстово-суффозионной опасности, что потребовало его переклассификации из территорий “потенциально опасных” в карстово-суффозионном отношении в категорию “опасных” с выполнением специальных работ по количественной оценке геологического риска.

Участок 2. Территория представляет собой краевую часть III надпойменной (ходынской) террасы р. Москвы, возвышающуюся над современным урезом реки на 20-23 м и на 38-45 м превышающую отметки дна Хорошевской доледниковой палеодолины, прослеживаемой южнее. Также как на рассмотренном выше участке № 1 современный рельеф территории полностью спланирован и локальных мест понижений рельефа, характерных для участков развития карстовых и карстово-суффозионных процессов при обследовании выявлено не было. Провалов инструмента при бурении также не отмечалось. Вместе с тем, мощность техногенных грунтов, перекрывающих естественный рельеф, составляет до 6 м. Под техногенными грунтами залегает толща четвертичных образований (мощность от 9 м до 16 м), представленных аллювиальными отложениями (в значительной степени выбранных на более ранних стадиях освоения), моренными (тяжелые суглинки) образованиями мощностью до 8 м, подстилаемыми флювиогляциальными песками, которые, в свою очередь, подстилаются существенно эродированными (остаточная мощность в пределах площадки 0,4-5 м) верхнеюрскими глинами (региональный водоупор). Вместе с тем, проектом строительства предусматривается освоением подземного пространства до отметок -14,5 м, т.е. ниже подошвы горизонта моренных суглинков, а в отдельных случаях - ниже подошвы верхнеюрских глин, что акцентирует внимание при оценке карстовой и карстово-суффозионной опасности на изучение непосредственно состояния массива каменноугольных отложений. Представлены каменноугольные образования (сверху вниз до глубин 45,0 м) отложениями измайловской (трещиноватые, кавернозные известняки с прослоями известковистой муки со щебнем известняков и линзами суглинков), мещеринской (глины с прослоями мергелей), перхуровской (тре-

щиповатые, кавернозные известняки с прослоями известковистой муки со щебнем известняков и линзами глин), неверовской (глины с прослоями мергелей и известняков), ратмировской (трещиноватые, кавернозные известняки с прослоями и линзами известковистой муки со щебнем известняков), воскресенской (глины и мергели с прослоями известняков) и суворовской (трещиноватые, кавернозные известняки) подцвет. Участок характеризуется до изученных глубин наличием четырех водоносных горизонтов – надъюрского и измайловско-перхуровского напорно-безнапорных, ратмировского и суворовского напорных горизонтов.

Необходимо отметить, что верхняя часть геологического разреза на рассматриваемой площадке была существенно трансформирована на предшествующих этапах освоения, что не позволило провести анализ характера поверхности погребенного под техногенными образованиями рельефа. Вместе с тем, достаточно плотная сетка буровых скважин дала возможность охарактеризовать состояние кровли гляциальных образований и кровли дочетвертичных (верхнеюрских) отложений. Проведенный анализ показал наличие на этих погребенных поверхностях обширных зон оседания с относительной глубиной 1-1,5 м. Следует указать, что наиболее крупная зона оседания по кровле гляциальных образований пространственно тяготеет к зоне оседания по кровле верхнеюрских отложений (см. рис. 2а). Последующий анализ данных о глубинах и площадном распределении встреченных в толще каменноугольных отложений горизонтов и линз известковистой муки, глин и суглинков позволил локализовать протяженную, пересекающую рассматриваемый участок с севера на юг, карстовую полость (пещеру (?)) размерами (высотой) от 0,6 м до 2,9 м, закольматированную в настоящее время дресвяно-щебенистым материалом. Оценка изменчивости гидрогеологических условий показала, что зоны отсутствия напоров (или их минимальные значения) измайловско-перхуровского (второго от поверхности) водоносного горизонта пространственно тяготеют к зоне оседания в кровле верхнеюрских отложений, указывая на наличие вертикального перетекания подземных вод на участке нарушения сплошности регионального водоупора, являясь одним из признаков зон современного активного развития карстово-суффозионных процессов на рассматриваемой территории. Помимо этого, для третьего от поверхности (ратмировского) водоносного горизонта на этом же участке характерно существенное снижение пьезометрических уровней (см. рис. 2б), что позволяет предположить, что зона современного развития карстово-суффозионных процессов (вниз по разрезу) существенно больше глубин изученных при инженерных изысканиях.

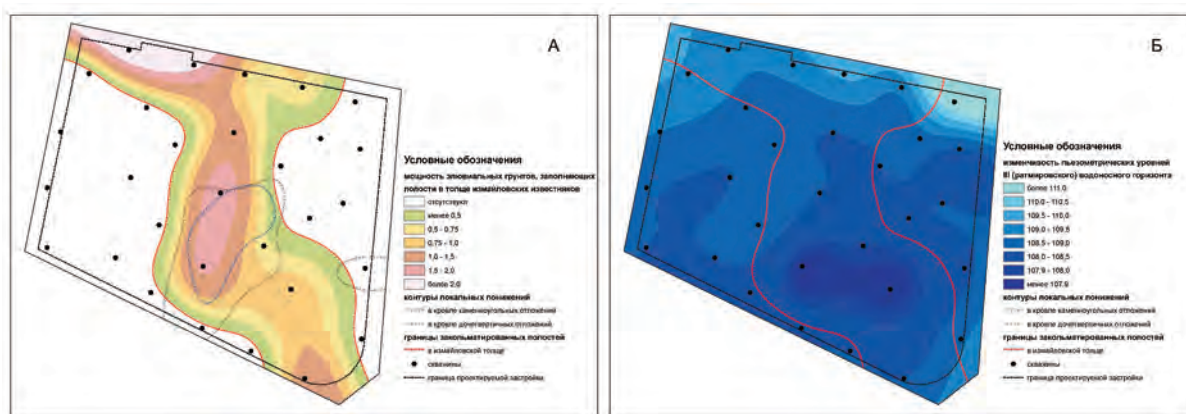


Рис. 2. Особенности инженерно-геологических условий на участке № 2.

а) Закольматированная карстовая полость. б) Изменчивость пьезометрических уровней третьего от поверхности (ратмировского) водоносного горизонта.

Как и на участке № 1, рассматриваемая площадка на участке №2 первоначально оценивалась как “потенциально опасная” в отношении развития карстовых и карстово-суффозионных процессов. Однако, полученные результаты показали существенно более высокий уровень карстово-суффозионной опасности и необходимость ее перекалфикации в категорию “опасных” в карстово-суффозионном отношении с последующим выполнением специальных работ по количественной оценке геологического риска.

Участок 3. Рассматриваемая территория располагается в пределах второй (мневниковской) надпойменной террасы р. Москвы. Современный рельеф площадки первоначально был полностью спланирован отсыпкой техногенных грунтов, мощность которых составляет до 5 м. Однако, обследование площадки показало наличие на дневной поверхности многочисленных зон оседания, формирование которых, по-видимому, связано с активным развитием карстово-суффозионных процессов (рис. 3).

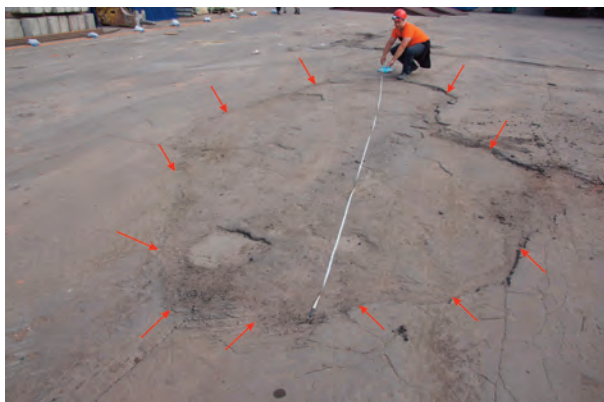


Рис. 3. Участок № 3. Зона оседания с деформациями асфальтового покрытия

Последующий анализ инженерно-геологических условий участка показал, что в верхней части геологического разреза выдержанным (встречен всеми пройденными скважинами) является только горизонт верхнечетвертичных аллювиальных отложений, в то время как толща грунтов, подстилающая аллювиальные образования вплоть до глубин залегания среднекаменноугольных отложений, характеризуется существенной изменчивостью. Изменчивость геологического строения верхней части разреза обусловлена тем, что площадка проектируемого строительства оказалась расположена непосредственно на южном борту Хорошевской доледниковой палеодолины с перепадом палеорельефа, составляющем на очень коротком расстоянии (~25 м) порядка 20 м (рис. 5а). Борт палеодолины, особенностью геологического строения которого является наличие под четвертичными (аллювиальными, флювиогляциальными и гляциальными) отложениями горизонта верхне-среднеюрских глин (региональный водоупор) мощностью 11-12 м, что, согласно действующим территориальным нормативным документам, является признаком безопасных (в карстово-суффозионном отношении) условий (рис. 5б). Подстилаются юрские глины верхнекаменноугольными известняками, мергелями и глинами, образующим собственно борт палеодолины. Непосредственно в пределах палеовреза мощность четвертичных песков аллювиального и флювиогляциального генезиса превышает 40 м и они залегают непосредственно на среднекаменноугольных известняках, в кровле которых невыдержанным маломощным горизонтом прослеживаются среднеюрские глины и алевриты. При этом, согласно действующим территориальным нормативным документам, такое строение геологического разреза является признаком опасных (в карстово-суффозионном отношении) условий (рис. 5б). Следует отметить, что описанные выше зоны оседания дневной поверхности, пространственно тяготеют к прибортовой части палеорельефа, характеризующейся наиболее контрастными геологическими и гидрогеологическими условиями.

Размеры зон оседания составляли от 1,8 м до 7,7 м. Учитывая, что зоны оседанием были отмечены, в том числе, в пределах участков асфальтирования, выполненного не более 2 лет до момента обследования, то очевидна современная активность процессов оседания. Оценка состояния погребенной поверхности, перекрываемой верхнечетвертичными аллювиальными отложениями, залегающими непосредственно под техногенными образованиями, показала, что зоны аномального строения толщи грунтов на участках оседаний могут быть прослежены вниз по геологическому разрезу (рис. 4).

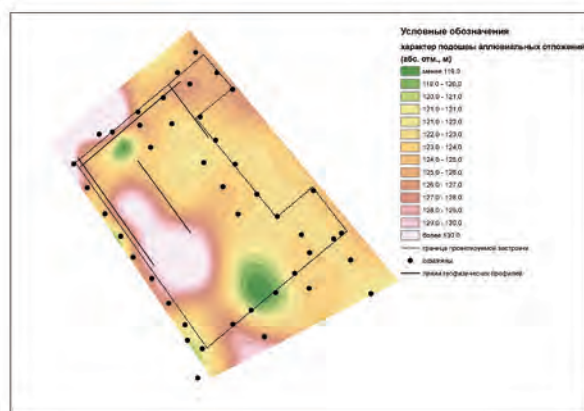


Рис. 4. Участок № 3. Характер подошвы верхнечетвертичных аллювиальных отложений.

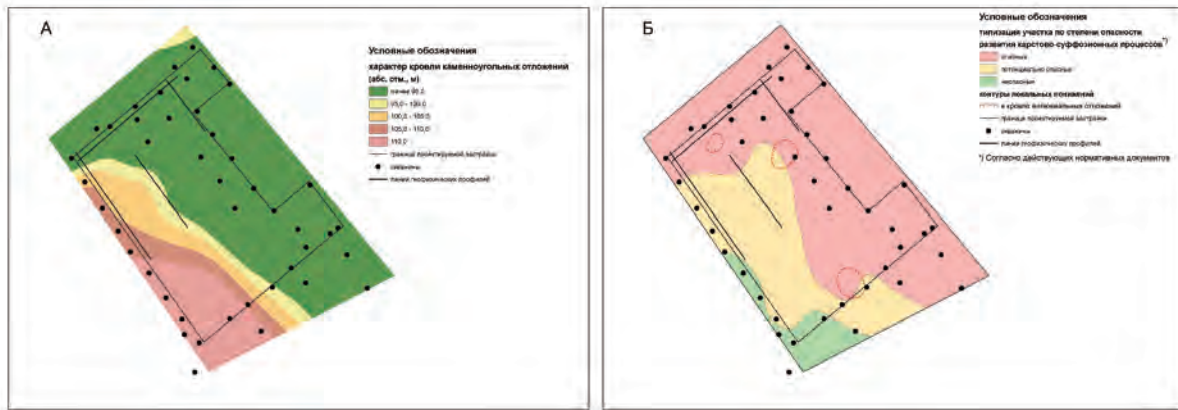


Рис. 5. Особенности инженерно-геологических условий на участке № 3. а) характер кровли карбонатных отложений. б) типизация участка по степени опасности развития карстово-суффозионных процессов в зависимости от мощности среднеюрских глин.

Таким образом, участок № 3 характеризуется значительной изменчивостью инженерно-геологических условий. При этом, несмотря на то, что для части рассматриваемой площадки строение геологического разреза соответствует территориям, относимым, согласно требованиям действующих территориальных нормативных документов, к безопасным (в карстово-суффозионном отношении), в целом, площадка проектируемого строительства, очевидно, должна быть отнесена к категории “опасных” в карстово-суффозионном отношении.

Заключение. Целенаправленное изучение карстовых и карстово-суффозионных процессов на территории г. Москвы проводится, начиная с 70-х г.г. прошлого столетия. На основании полученных результатов в 80-е г.г. XX в. были разработаны и успешно применялись нормативно-инструктивные документы, включившие в себя описание признаков для выявления потенциально опасных и опасных участков (в отношении развития карстовых и карстово-суффозионных процессов) для инженерно-геологических условий территории Московского мегаполиса [8]. В 2004 г. основные положения ранее действовавших документов были включены без существенного изменения в “Инструкцию по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве” [7]. Вместе с тем, за последнее время существенно изменились характер и уровень техногенного воздействия на геологическую среду, основными чертами которого является значительное повышение глубинности и интенсивности (по площади, по нагрузкам и т.д.) воздействия. В результате изменившихся требований к результатам инженерно-геологического изучения, выдвигаемых проектировщиками, наметился ряд дополнительных направлений, с которыми приходится сталкиваться при выполнении изысканий (что хорошо видно из описанных выше примеров), среди которых, применительно к условиям территории г. Москвы, можно назвать:

- необходимость оценки и корректного описания состояния кровли карбонатных пород карбонатного возраста, которая во многих случаях представляет собой достаточно мощный (до первых метров) горизонт практически полностью дезинтегрированных (до щебня и известковистой муки) известняков, который во многих отчетных материалах продолжает описываться как “известняк низко- и малопрочный”, несмотря на то, что по классификационными показателями этот горизонт представлен щебенистыми супесчано-суглинистыми грунтами;
- необходимость выявления на рассматриваемых участках реликтовых, погребенных, неактивных в естественных условиях проявлений карстовых процессов, в т.ч. глубоко залегающих, с последующей оценкой возможности активизации этих проявлений под воздействием техногенных факторов в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений;
- учет истории геологического развития, особенностей палеорельефа, в т.ч. на прилегающих территориях при оценке уровня карстовой и карстово-суффозионной опасности.

Следует считать необходимым скорейшую разработку нормативно-инструктивных документов (или актуализацию действующих), учитывающих изменившийся характер техногенного воздействия и возросшие требования к результатам инженерно-геологическим работ в районах возможного развития карстовых и карстово-суффозионных процессов в условиях территории Московского мегаполиса.

Литература

1. Алексеев А.С., Баранова Д.В., Кабанев П.Б. и др. Опорный разрез верхнего карбона Москвы. Статья 1. Литостратиграфия // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол., 1998. – т. 73. – №2. – С. 3-15.
2. Геоэкология Москвы: методология и методы оценки состояния городской среды / Отв. ред. Г.Л. Кофф, Э.А. Лихачёва, Д.А. Тимофеев. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2006. – 200 с.
3. Голодковская Г.А., Лебедева Н.И. Инженерно-геологическое районирование территории Москвы // Инженерная геология, 1984. – № 3. – С. 87–102.
4. Даньшин Б.М. Геологическое строение и полезные ископаемые Москвы и ее окрестностей. – М.: МОИП, 1947. – 307 с.
5. Даньшин Б.М., Головин Е.В. Москва. Геологическое строение // Тр. Ин-та геологии и минералогии и Моск. гидрогеолого-геодезического треста, 1934. – вып. 10(6). – 93 с.
6. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2011 г. – М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды в г. Москве, 2011. – 136 с.
7. Инструкция по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве. – М., 2004. – 64 с.
8. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов. – М., 1984. – 14 с.
9. Информационный бюллетень о состоянии недр территории города Москвы за 2010 г. / И.Г. Казакова, Н.В. Платонова, Т.В. Гросс и др., Вып. 16. – М.: Геоцентр-Москва, 2011. – 205 с.
10. Котлов Ф.В. Изменение природных условий территории Москвы под влиянием деятельности человека и их инженерно-геологическое значение. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 121.
11. Кутепов В.М., Кожевникова В.Н. Устойчивость закарстованных территорий. – М.: Наука, 1989. – 151 с.
12. Москва: город и геология/под ред. В.И. Осипова, О.П. Медведева. – М.: «Моск. учебники и картография», 1997. – 400 с.
13. Осипов В.И., Бурова В.Н., Заиканов В.Г. и др. Карта крупномасштабного (детального) инженерно-геологического районирования территории г. Москвы // Геоэкол., Инж. геол., Гидрогеол. Геокриол., 2011. – №4. – С. 306-318.
14. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*). – М., 2011. – 80 с.

ОЦЕНКА КАРСТОВОГО РИСКА В СВЕТЕ ТРЕБОВАНИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ЗАКОНОВ РОССИИ

В.В. Толмачёв

ОАО «Противокарстовая и береговая защита», 606019 Дзержинск, ул. Гастелло, 10/15
e-mail: altolm@sinn.ru

Введение. В ряде законов Российской Федерации (например, 7-ФЗ, 184-ФЗ, 190-ФЗ, 384-ФЗ и др.) содержатся требования о необходимости оценки рисков опасных природных и техногенных процессов и сравнения их с соответствующими допустимыми значениями этих рисков. Проблема оценки карстовых рисков в России является весьма актуальной. Закарстованные территории в России существуют почти в 90% субъектов Федерации. Характер и степень карстовой опасности, а также степень её изученности в них чрезвычайно разнообразны. Карстовый риск должен учитывать типы карстовой опасности [6] и специфику хозяйственного

освоения закарстованных территорий с учётом вероятных ущербов экономического, социального и экологического характера.

Повреждения и разрушения жилых зданий и промышленных объектов, которые были обусловлены карстовыми процессами, имели место в таких городах, как Москва, Нижний Новгород, Казань, Уфа, Тула, Дзержинск, Павлово, Кунгур, Березники и др. Здесь риск, как правило, связывается с вероятностью значительного экономического и социального характера.

Аварийные ситуации вследствие карстовых проявлений регулярно происходят на железных дорогах. При реализации программы высокоскоростного движения поездов негативное влияние карстовых процессов должно приниматься во внимание как один из важнейших факторов, влияющих на безопасность. В этом случае, карстовый риск обуславливается, прежде всего, вероятностью негативных социальных последствий.

Карстовые процессы создают весьма специфичную проблему при проектировании и эксплуатации полигонов хранения промышленных и бытовых отходов, а также при их ликвидации. Здесь карстовый риск должен связываться, прежде всего, с высокой вероятностью обширного и глубокого загрязнения геологической среды, что вызывает значительный экологический ущерб. Мало того, в некоторых регионах часто имеют место случаи заполнения карстовых воронок отходами, что вызывает необходимость юридического вмешательства.

Серьёзные проблемы вследствие карстовых проявлений имели место при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов. Их специфика заключается в том, что аварийные ситуации могут возникнуть не столько из-за образования внезапных провалов, сколько вследствие наличия вблизи трассы старых карстовых форм и развития карстовых постепенных оседаний больших размеров в плане. Здесь наиболее вероятны экологические и экономические ущербы.

Целый комплекс специфичных проблем возникает при расположении атомных электростанций (АЭС) на закарстованных территориях. В частности, оценка карстовой опасности и риска (как для основных сооружений, так и для инфраструктуры АЭС), не имеет смысла без должного учёта чрезвычайно интенсивных техногенных воздействий на геологическую среду. При оценке карстовых рисков для этих объектов в одинаковой мере должны учитываться все три типа вероятных ущербов: экономических, социальных, экологических. Достаточно жёсткие нормативные требования международных и национальных стандартов по проектированию АЭС в карстовых районах в принципе гарантируют обеспечение должной безопасности, соответствующей чрезвычайно низкому допустимому риску (порядка 10^{-6} - 10^{-7} на сооружение в год). Однако проблема заключается в практической реализации этих требований на всех стадиях жизненного цикла АЭС, прежде всего, на стадиях выбора участка для размещения АЭС, инженерных изысканий и объективной оценки карстового риска. Именно на этих стадиях возможны ошибки принципиального характера.

Таким образом, можно утверждать, что оценка карстового риска имеет смысл лишь в рамках единой системы «Карстовый процесс – проектно-изыскательская – экономическая – природоохранная – управленческая деятельность».

Понятие «риск опасных природных и техногенных процессов», сформулированное в вышеназванных Федеральных законах, в значительной мере соответствует концепции ООН «Sustainable development», основой которой является триада, учитывающая экономическую, социальную и экологическую составляющую. Эта концепция декларируется в Градостроительном кодексе РФ, как «устойчивое развитие» [7]. Однако, кроме деклараций о необходимости оценки риска, в существующих нормативно-методических документах для строительства (СНиП, СП и пр.) официального развития понятий «риск», «допустимый риск», «степень риска» практически до сих пор, к сожалению, не произошло. Поэтому массовое внедрение требований Федеральных законов в проектно-изыскательскую практику в ближайшее время вряд ли произойдёт, если Правительство не поймёт ситуацию и не примет соответствующие меры по развёртыванию исследований в области определения параметров риска применительно к конкретным опасным природным процессам и различным сооружениям.

О понятии риска в нормативных документах России и возможности его применения при строительстве в карстовых районах. В соответствии с законом 184-ФЗ «О техническом ре-

гулировании» под карстовым риском при решении инженерно-строительных задач будем понимать вероятность причинения вреда жизни и здоровью людей (социальный ущерб), сооружениям и имуществу (экономический ущерб) и окружающей среде (экологический ущерб) вследствие негативного влияния карстового процесса с учётом тяжести этого вреда. Следует иметь в виду, что негативное влияние карста при инженерно-строительном освоении территорий может иметь несколько аспектов, которые определяют следующие типы карстовой опасности [6, 15]:

- Карстоопасность типа **A**, обусловленная интенсивным загрязнением геологической среды в плане и по глубине [12];
- Карстоопасность типа **B**, обусловленная вероятностью недопустимых повреждений или даже катастрофических разрушений сооружений вследствие провалов (подтип B_1), локальных оседаний (подтип B_2), неравномерных осадков (подтип B_3), общих оседаний земной поверхности (подтип B_4) и др. [6, 11, 15].
- Карстоопасность типа **C**, обусловленная вероятностью осложнений при строительстве и эксплуатации подземных сооружений вследствие: недопустимого притока карстовых вод в выработки (подтип C_1), локального повышения горного давления на конструкцию подземного сооружения (подтип C_2), затруднений при устройстве глубоких фундаментов (подтип C_3) и т.п. [13, 14];
- Карстоопасность типа **D**, обусловленная вероятностью недопустимых утечек воды из водоёмов [14].

Названные типы карстовой опасности отражены в Своде правил «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения» (СП 116.13330.2012).

Возможны и другие аспекты карстовой опасности, связанные с различными осложнениями хозяйственной деятельности (водоснабжение, добыча полезных ископаемых, страхование, стоимостная оценка земель в условиях карстовой опасности и т.д.).

С учётом этих аспектов карстовой опасности, а также особенностей решения различных инженерных задач вырисовывается новое направление в инженерном карстоведении. Основная задача его, по нашему мнению, должна быть связана с научно-методическим обоснованием разработки способов использования параметров риска в проектно-исследовательской, природоохранной, юридической и управленческой деятельности. К сожалению, целенаправленная государственная программа такого рода научно-исследовательских работ в настоящее время отсутствует. Судя по всему, в ближайшее время в России не приходится ждать такого рода исследований по заданию государства, несмотря на то, что соответствующие ведомства обязаны создавать условия для практического выполнения соответствующих требований Федеральных законов. Очевидно, аналогичные ситуации существуют и в других странах. Это можно утверждать по результатам нашего анализа проблемы оценки карстового риска в других странах [6]. По нашему мнению, было бы целесообразно организовать международные исследования по оценке рисков на территориях с опасными экзогенными процессами и принципам реализации концепции ООН «Sustainable development of terrains». Альтернативой этому может быть другой подход – самостоятельно решать частные задачи оценки карстового риска применительно к конкретным регионам, типам сооружений (например: АЭС, высотные здания, крупные мосты, высокоскоростные железные дороги и т.д.), типам и подтипам карстовой опасности (например: B_4 , C_3 и др.).

Ниже излагается один из подходов оценки карстового риска на территориях, где основная опасность связывается с образованием карстовых провалов в условиях покрытого карбонатного и сульфатного карста. Этот подход начал внедряться в Нижегородской области [2].

Карстово-провальный риск. Под карстово-провальным риском будем понимать вероятность поражения определённой площади за заданный срок карстовыми провалами, которые могут вызвать экономический (A), социальный (B) и экологический (C) ущербы. В том случае, когда эта вероятность определяется для единицы площади F (например, $F = 1$ га) за заданную единицу времени T (например, $T = 1$ год или 100 лет) карстово-провальный риск будем называть удельным риском (P_r). Для строительных целей в этом случае целесообразно принимать за

единицу времени $T = 100$ лет, что соизмеримо с расчётным сроком службы большинства сооружений, а за единицу площади 1 га, вполне соизмеримую с площадью строительных участков. Значение P_r целесообразно определять по результатам изысканий, а возможные при этом ущербы (А-В-С) полезно оценивать группой экспертов (проектировщиков, экономистов, экологов, юристов, специалистов в области страхования, чрезвычайных ситуаций, инженерного карстования и др.).

Автором были установлены [4] некоторые стохастические закономерности провалообразования на территориях покрытого карста, которые могут быть использованы при оценке карстово-провального риска. В частности, было показано, что распределение образования карстовых провалов во времени и в пространстве (при определённых условиях) подчиняется закону Пуассона. Параметром этого распределения является интенсивность (частота) образования провалов λ (удельное среднее число провалов, отнесённое на 1 км² в год или на 1 га за время 100 лет). Распределение же диаметров d карстовых воронок на сравнительно больших по площади территориях следует логнормальному распределению, а на небольших площадях, как правило, приближается к нормальному закону Гаусса. Эти распределения служат основой для прогнозирования средних d_{mid} и максимальных d_{max} значений диаметров карстовых воронок. Параметры λ , d_{mid} , d_{max} должны являться основными результатами изысканий. Кроме того, в результате изысканий на участке должны быть определены конкретные релевантные инженерно-геологические условия и техногенные воздействия на геологическую среду, влияющие на вероятность образования провалов и их размеры. В результате их анализа экспертным путём назначается коэффициент K_1 , позволяющий корректировать интенсивность образования провалов и их диаметры.

На основе этих положений удельный карстово-провальный риск определяется по формулам:

$$\begin{aligned} P_r &= P_s \cdot U; \\ P_s &= 1 - \exp(-\lambda_d); \\ \lambda_d &= \lambda K_1 K_2; \\ K_2 &= 1 + d_{mid} F_o / [d_{max}(1 + F_o)]. \end{aligned}$$

В этих формулах: U – уязвимость при образовании карстовых провалов сооружений, расположенных на площади 1 га с учётом вариантов размещения комплекса сооружений и их конструктивных особенностей; F_o – площадь (га) вокруг контура рассматриваемой площади на расстоянии $d_{max}/2$; P_s – вероятность образования провалов на площади 1 га за срок 100 лет.

Аналогично определяется карстово-провальный риск P_{rb} для конкретного сооружения площадью F_b с расчётным сроком службы T_b :

$$\begin{aligned} P_{rb} &= P_{sb} U_b; \\ P_{sb} &= 1 - \exp(-\lambda_d F_b T_b); \\ K_{2b} &= 1 + d_{mid} F_{ob} / [d_{max}(F_b + F_{ob})]. \end{aligned}$$

Следует обратить внимание на следующие обстоятельства:

Если в результате изысканий не представляется возможным определить показатель интенсивности образования провалов λ , то вероятность образования провалов P_s рекомендуется приблизительно оценивать экспертно с использованием инженерно-геологических аналогий и с учётом вероятных техногенных воздействий на геологическую среду, которые могут влиять на вероятность провалообразования.

То же самое можно рекомендовать относительно прогноза диаметров карстовых воронок. Однако, в этом случае целесообразно также использовать детерминистические методы прогноза диаметров карстовых провалов. Имеются многочисленные публикации по этому вопросу, с анализом которых можно ознакомиться, например, по работе [10]. При этом важно выбрать ту расчётную модель, которая в наибольшей степени отвечает инженерно-геологическим условиям формирования провалов на рассматриваемом участке.

Допустимые карстовые риски. При инженерно-строительном освоении закарстованных территорий возникает ряд вопросов, объективное решение которых возможно при использовании названных параметров риска. К числу этих вопросов относятся, например, следующие: необходимость и достаточность осуществления различных капитальных защитных мероприятий, обоснование параметров их проектирования, минимизация экономических, социальных и экологических ущербов, целесообразность страхования строительных объектов и населения, обоснование отказа от строительства на выделенном участке, определение условий эксплуатации объекта в условиях карстовой опасности и т.п.

Частично эти вопросы решаются путём сравнения карстовых рисков (P_r или P_{rb}) с соответствующими допустимыми рисками (R_n или R_{nb}). Допустимые риски должны назначаться при обязательном комплексном учёте приемлемых ущербов экономического (класс А), социального (класс В) и экологического (класс С) характера. Именно такой подход соответствует концепции ООН «Sustainable development of terrains» [7].

На закарстованных территориях в проектно-изыскательской практике под ущербами чаще всего понимаются потери, обусловленные повреждением или разрушением строительных объектов вследствие карстовых деформаций и недопустимым загрязнением геологической среды. При этом, экономические потери условно связываются со стоимостью повреждённого сооружения и другого имущества, социальные потери – с возможной гибелью людей или причинения вреда их здоровью, а также с другими негативными последствиями культурного, политического и тому подобного характера, экологические потери – с возможным загрязнением окружающей среды на той или иной площади.

Точно заранее оценить эти ущербы практически нереально. Поэтому целесообразно типизировать вероятные ущербы с дифференциацией на несколько групп и экспертным путём оценивать их для наиболее вероятных сценариев. Как показала наша практика [2, 5], эти ущербы полезно дифференцировать по следующим типам применительно к классам А, В, С:

(А) Экономический ущерб: (I) малый; (II) умеренный; (III) большой; (IV) чрезвычайно большой.

(В) Социальный ущерб: например, (а) гибель людей практически невозможна; (б) возможна гибель небольшой группы людей; (с) возможна гибель большой группы людей; (d) возможна массовая гибель людей.

(С) Экологический ущерб: (1) загрязнение окружающей среды практически невозможно; (2) локальное загрязнение окружающей среды; (3) загрязнение окружающей среды на площади, соизмеримой с площадью небольшого города; (4) загрязнение окружающей среды на площади, соизмеримой с площадью большого города или региона.

С учётом показанной типизации ущербов нами в практической работе используется матрица соответствующих удельных значений R_n . Матрица содержит 64 ячейки, в каждой из которых значение R_n соответствует тому или иному сценарию возникновения вероятного типа ущерба [5]. В сокращённом виде, применительно к наиболее часто встречающимся сценариям, она приведена в работе [2]. Отметим, что значения R_n в зависимости от различных сценариев колеблются в широких пределах: от 0,1 (сценарий АI-Вa-С1, например, повреждение неотчетственного нежилого здания III уровня ответственности) до 0,000005 (сценарий АIV-Вd-С4, что примерно соответствует допустимой вероятности разрушения одного из основных сооружений АЭС).

Сравнивая величины P_r и R_n можно судить о степени (уровне) карстового риска на рассматриваемой территории (применительно к различным сооружениям) и при необходимости обоснованно (с учётом существующего опыта) назначать комплекс противокарстовых мероприятий капитального и эксплуатационного характера. Для решения этой задачи удобным показателем уровня карстового риска является отношение:

$$LR = P_r / R_n .$$

Примеры использования параметров карстового риска в проектно-изыскательской практике. Пример 1. Назначение комплекса противокарстовых мероприятий с учётом показателя уровня карстово-провального риска LR в карстовом районе г. Дзержинска (табл. 1).

Были учтены следующие релевантные инженерно-геологические условия и характеристики застройки:

- сульфатно-карбонатный покрытый карст;
- глубина залегания карстующихся пород 40 – 70 м;
- на большей части территории возможны карстово-суффозионные процессы;
- основные поверхностные карстопроявления – провальные воронки ($d_{mid} = 12$ м);
- удельный показатель интенсивности образования провалов $\lambda = 0,1$ провалов на 1 га за 100 лет;
- промышленные здания I уровня ответственности;
- фундаменты мелкого заложения.

Таблица 1

Рекомендуемый комплекс противокарстовых мероприятий

LR	Тип защитного мероприятия для снижения LR	Комплекс мероприятий
< 0,1	(а) Наблюдения за состоянием местности	a
0,1 – 0,5	(б) Недопущение регулярных техногенных воздействий на геологическую среду	a + b
0,5 – 1	(с) Недопущение устройства отдельно стоящих фундаментов в каркасных зданиях	a + b + c
1 – 5	(д) Монолитные железобетонные фундаменты	a + b + c + d
5 – 10	(е) Регулярный контроль за состоянием конструкций и оснований здания	a + b + c + d + e

Пример 2. Назначение удельных допустимых карстовых рисков R_n применительно к полигонам захоронения отходов («свалкам»).

В настоящее время в строительных нормах отсутствуют классификации закарстованных территорий для размещения полигонов захоронения отходов. Однако имеются достаточно обоснованные предложения по классификациям такого рода. При расположении полигонов захоронения отходов в условиях покрытого карста территории предлагается дифференцировать по их потенциальной чувствительности к загрязнению геологической среды (карстоопасность типа А) на пять категорий [8]. При этом территории, где имеют место поверхностные карстовые воронки, основным критерием карстоопасности является не интенсивность образования провалов, а суммарный объём карстовых форм с учётом его прироста за заданный срок, а также условий фильтрации воды в грунты и горные породы. В зависимости от этих категорий и классов опасности отходов «на свалках» предлагаются допустимые удельные риски загрязнения R_n (табл. 2), отнесённые на 1 га за срок 100 лет.

Таблица 2

Значения R_n для полигонов захоронения отходов в зависимости от категорий карстоопасности типа А (I... V)

Классы опасности отходов	I	II	III	IV	V
Мало опасные	0,1	0,05	0,01	0,005	0,001
Умеренно опасные	0,05	0,01	0,005	0,001	0,0005
Высоко опасные	0,01	0,005	0,001	0,0005	0,0001
Чрезвычайно опасные	0,005	0,001	0,0005	0,0001	0,00005

Пример 3. Оценка уровня карстового риска для железнодорожного пути. Применительно к тридцатикилометровому участку магистральной железной дороги на линии Москва – Нижний Новгород было проведено зонирование по уровню карстового риска LR_v двух вариантах: (1) для движения поездов с обычными скоростями (до 100 км/ч) и (2) для скоростного

движения (со скоростями до 150 км/ч) [9]. По данному участку для каждого из километров были построены эпюры значений LR, которые могут служить основой для определения комплекса и очерёдности проведения мероприятий капитального и эксплуатационного характера по повышению безопасности движения поездов.

Пример 4. Модернизация методики определения параметра конструктивного усиления зданий, который целесообразно использовать при проектировании усиления фундамента на воздействие карстового провала. Методика была предложена около 30 лет назад [3]. Она основывается на учёте некоторых стохастических характеристик карстовых провалов, что эффективно отражает природу образования карстовых провалов. Названный параметр применительно к ленточным «противокарстовым» фундаментам был назван «расчётным пролётом провала» l_d .

Узким местом методики являлось назначение допустимой вероятности воздействия провала на сооружение, которое может привести к той или иной аварийной ситуации. Эта вероятность принималась условно в зависимости лишь от уровня ответственности сооружения [3]. В качестве альтернативного варианта предлагалось, чтобы сам заказчик совместно с проектировщиками назначал значение этой вероятности с учётом специфики строительного объекта. Однако недостаточная квалификация этих специалистов (а также отсутствие на тот счёт нормативных указаний) не позволяла на практике реализовывать этот вариант. В настоящее время, после выхода в свет «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений» (384-ФЗ) проектирование сооружений должно проводиться с учётом риска, допустимого риска и степени риска. Именно в связи с этим требованием Технического регламента и была откорректирована вышеназванная методика. Было доказано [1], что «расчётный пролёт провала» l_d тесно связан с уровнем карстово-провального риска LR. Это позволяет непосредственно реализовывать на практике вышеназванного требования Федерального закона. В Нижегородской области этот способ был апробирован уже на нескольких десятках объектов.

Выводы. Оценка риска при инженерно-строительном освоении закарстованных территорий и использование этого понятия в проектно-изыскательской и природоохранной деятельности позволяет минимизировать вероятные ущербы.

Оценку карстового риска необходимо проводить с учётом различных аспектов карстовой опасности.

Сравнение карстового риска с допустимым его значением, учитывающим вероятность определённых приемлемых ущербов вполне соответствует концепции ООН «устойчивого развития», основанной на учёте триады экономической, социальной и экологической составляющих, а также интересов настоящего и будущих поколений.

Необходимо внедрять в проектно-изыскательскую практику требования Федеральных законов в части использования параметров риска, не дожидаясь появления соответствующих положений в отдельных сводах правил по строительному проектированию. В противном случае (при существующем несовершенстве управления в деле создания нормативной базы строительства) реальное внедрение требований Федеральных законов относительно природно-техногенных рисков отложится ещё на годы.

Литература

1. Махнатов С.А., Уткин М.М. Способ определения параметров проектирования конструктивной противокарстовой защиты // Материалы Российской конференции «Геотехнические проблемы проектирования зданий и сооружений на карстоопасных территориях» 22-23 мая 2012 г. – Уфа: БашНИИстрой, 2012. – С. 72-77.
2. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области // Правительство Нижегородской области, Департамент градостроительного развития, ОАО «Противокарстовая и береговая защита». – Нижний Новгород, 2012.
3. Рекомендации по проектированию фундаментов на закарстованных территориях // НИИОСП Госстроя СССР. – М., 1985.

4. Толмачёв В.В. Вероятностный подход при оценке устойчивости закарстованных территорий и проектировании противокарстовых мероприятий // Инженерная геология, № 3, 1980. – С. 98-107.
5. Толмачёв В.В. Оценка рисков при строительстве в карстовых районах // Сборник трудов научно-технической конференции 5-6 октября 2010 г. «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций». – М., 2011. – С. 282-290.
6. Толмачёв В.В. Методы оценки карстовой опасности для строительных целей: состояние и перспективы // Геоэкология, 2012, № 4. – С. 354-363.
7. Толмачёв В.В. Принципы устойчивого развития территорий в карстовых районах и примеры из практики их реализации // Геоэкология, 2014, № 1. – С. 3-8.
8. Толмачёв В.В., Мамонова Т.В. Карстоопасность и полигоны твёрдых промышленных и бытовых отходов // Материалы Международной научно-технической конференции «Экология урбанизированных территорий» 15-16 июня 2006 г. – М., 2006. – С. 146-149.
9. Толмачёв В.В., Мамонов Т.Ф. Обоснование комплекса противокарстовых мероприятий на эксплуатируемых железных дорогах на основе оценки карстового риска // Труды пятой научно-технической конференции «Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути». – М., МИИТ, 2008. – С. 61-64.
10. Уткин М.М., Махнатов С.А. Сравнительный анализ расчётно-теоретических методов по прогнозированию диаметров карстовых провалов // Материалы Российской конференции «Геотехнические проблемы проектирования зданий и сооружений на карстоопасных территориях» 22-23 мая 2012 г. – Уфа: БашНИИстрой, 2012. – С. 262-267.
11. Aderhold G. Klassifikation von Erdfällen und Senkungsmulden in karst gefährdeten Gebieten Hessens. Empfehlungen zur Abschätzung des geotechnischen Risikos bei Baumassnahmen // Geologische Abhandlungen Hessen, Band 115. Wiesbaden, HLUG, 2005. – 100 S.
12. Hugness T., Memon B., LaMoreaux P. Landfills in karst terrains // Bull. of the Association of engineering geologists, vol. XXXI, № 2, 1994. – P. 203-208.
13. Marinos P. Tunneling and mining in karstic terrane: an engineering challenge // Proc. of the eighth multidisciplinary conference on sinkholes “Sinkholes: their geology, engineering and environmental impact of karst”. Louisville, USA. A.A. Balkema, 2001. – P. 3-16.
14. Milanović P. Geological engineering in karst (Dams, reservoirs, grouting, groundwater protection, water tapping, tunneling). – Belgrade, Zebra, 2000. – 347 p.
15. Tolmachev V., Leonenko M. Experience in collapse risk assessment of building on covered karst landscapes in Russia // In the book “Karst management” / Editor Van Beynen P. Dordrecht-Heidelberg – London-New York, Springer, 2011. – P. 75-102.

ЧТО ИЗМЕНИЛОСЬ, ИЛИ НЕСКОЛЬКО ПРЕДЛОЖЕНИЙ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

В.П. Костарев, В.Е. Малахов

Верхнекамский трест инженерно-строительных изысканий,
614016 Пермь, ул. Куйбышева, 52

Ни-че-го. Во всяком случае, на 15 марта 2014 года. А, точнее, стало хуже. Особенно после введения саморегулирования и ввода допусков взамен лицензий. Речь идет о современной обязательной нормативной базе по инженерно-геологическим изысканиям на закарстованных территориях России по сравнению с началом очередного века, когда (с 01.01.2001 г.) вступил в действие свод правил по инженерным изысканиям для строительства СП 11-105-97 (часть II) из Системы нормативных документов Российской Федерации в строительстве, введенной 01.01.1995 г., совершенно необоснованно отмененный постановлением Госстроя России в конце 2003г.

С ликвидацией системы нормативов в строительстве и с введением Федерального закона «О техническом регулировании» (2003 г.), провозгласившего полный и абсолютный приоритет так и не разработанных в срок технических регламентов, потеряли нормативную суть своды правил по инженерным изысканиям (св. 12!), принятые в основном во второй половине 90^х годов прошлого столетия и начале века нынешнего, в частности, вышеназванный свод правил [30], определяющий правила производства работ и инженерно-геологических изысканий на территориях распространения опасных геологических и инженерно-геологических процессов, в том числе карста, наиболее труднопрогнозируемого процесса (за исключением сейсмоопасности). По существу, единственный федеральный норматив по изысканиям на закарстованных территориях, содержащий свыше 100 тысяч печатных знаков по сути обсуждаемых вопросов.

В современных нормативах обязательного применения, актуализированных в соответствии с Федеральным законом «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (№ 384-ФЗ от 30.12.2009 г.), карсту уделено существенно меньше внимания. В СП 22.13330.2011 [31]-ок. 9000 знаков, в СП 24.13330.2011 [32]- ок. 4000, а в СП 47.13330.2012 [33]-основном нормативном документе по инженерно-строительным изысканиям всего ок. 2000 знаков, в 1,6 раза меньше, чем в предшествующем ему СНиП 11-02-96 [27].

Более того, свод правил по проектированию оснований зданий и сооружений [31] требует проводить инженерные изыскания по запросам предыдущих (в том числе по [30]) неактуализированных и не вошедших в Перечни нормативных документов обязательного и добровольного применения сводов правил, а свод правил по изысканиям [33] лишь допускает (!?) их использование.

А свод правил по свайным фундаментам [32] объемы инженерно-геологических изысканий рекомендует (все-таки норматив-то по проектированию!), но словосочетанием «должны назначаться», определять в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011!? Несмотря на схожесть требований в обоих сводах (нормативах) по бурению не менее двух скважин (пункты 13.3 и 6.11.4 соответственно) профессионалу-изыскателю (инженеру-геологу) легко заметно принципиальное противоречие в обосновании их глубины. Неоднозначно показана роль геофизических и гидрологических работ. Сказывается непрофессионализм составителей. Но тот и другой нормативы основным параметром проектирования называют расчетный диаметр карстового провала, а вот методику его определения и требований к исходным данным (в том числе получаемым по результатам инженерно-геологических изысканий) не устанавливают и не дают ссылок на первоисточники. Именно в этом, как и в оценке допустимого карстового риска и его нормативной и методической констатации, и состоят основные проблемы инженерного карстоведения в целом и инженерно-геологических изысканий в частности [16-18, 26, 39-43].

К сожалению, инициатива ряда изыскательских организаций (ОАО «ПНИИС», ОАО «ВерхнекамТИСИЗ», ЗАО «Карст», ООО «Архстройизыскания», ЗАО «Стройизыскания», ОАО «Центр геологии» и др.) под эгидой СРО НП «АИИС» составить подобный нормативный документ в 2011г. успехом не увенчалась. Неподъемной оказалась работа без финансирования, да и особого «согласия в товарищах» на первых порах не оказалось.

А ситуация все ухудшается... Получившие (юридические и физические лица) «навечно», порой намного проще, чем ранее лицензию, допуски к изысканиям (но не знания!) выигрывают за счет демпинга цен тендеры и проводят изыскания, не согласуя их ни с какими рекомендациями или нормами недавнего прошлого [26, 27, 30], ни с качеством, требуемым Техническим регламентом «О безопасности зданий и сооружений». Ибо полностью отсутствует контроль любого уровня, а экспертиза либо страдает недостатком специальных знаний и опыта, либо формально (без объяснения существа) ссылается на пункты не включенного в Перечни нормативов обязательного и добровольного применения документа, ранее единственных федеральных норм [30]. Требование же современных (актуализированных) сводов правил [31, 33] выполнять инженерно-геологические изыскания на закарстованных территориях специализированным организациям повсеместно не выполняется. Качество изысканий неуклонно падает, начиная с пропуска поверхностных карстовых форм при инженерно-геодезической съемке.

Среди других, не менее важных и достаточно типичных, недостатков по-прежнему значатся [14]:

- неполное и непроработанное (часто без предварительной оценки по архивным данным степени карстовой опасности) техническое задание заказчика на устаревшей и некондиционной топооснове,
- некачественное (а теперь и неполное в связи с отсутствием государственного и региональных фондов материалов и данных инженерных изысканий) использование результатов изысканий и исследований прошлых лет, включая научно-техническую литературу, выходящую, как правило, весьма скудным тиражом,
- формальное (часто под копирку) составление программ изысканий без обоснования видов и объемов работ,
- малый набор видов исследований, среди которых нередко отсутствуют важные геофизические и гидрогеологические работы,
- недопустимо низкий объем фильтрационных опытов и гидрогеохимических исследований,
- отсутствие исследований суффозионных процессов [1, 5, 46], практически повсеместно сопровождающих развитие карста и его проявления на поверхности,
- слабая и нередко необъяснимая интерпретация полученных результатов, особенно геофизических работ,
- неумелое обоснование (или отсутствие его) категорий устойчивости закарстованных территорий и прогнозных параметров карстопроявлений,
- отсутствие рекомендаций по противокарстовым мероприятиям,
- недостаточное знание и использование инструктивно-методических документов по инженерно-карстологическим исследованиям.

Такому положению способствует отсутствие федерального нормативного документа по инженерным изысканиям на закарстованных территориях России, в геологическом разрезе верхней части которой карстующиеся породы отмечены на 65% площади [8, 9]. Сегодня эти недостатки обусловлены и недоработками или отсутствием адекватных методик и рекомендаций в имеющихся нормативах, несмотря на достаточно многочисленные толковые и значимые публикации последнего десятилетия [2-7, 10, 11, 19, 28, 29, 36-43, 47, 48], начиная с объемных (ок. 50 усл. печатных листов) материалов Международного симпозиума «Карстование – XXI век: теоретическое и практическое значение» (г. Пермь, 25-30 мая, 2004 г.), посвященного 100-летию известнейшего ученого-картоведа Г.А. Максимовича.

И вновь становятся актуальными (естественно, на основе современных достижений общего, регионального и специального инженерного карстования [9]) задачи, поставленные еще на Молотовской карстовой конференции в январе 1947 г. проф. Г.А. Максимовичем [21]:

- разработать методику составления инженерно-геологических карт в карстовых районах,
- аттестовать использование геофизических методов изучения карста,
- подвести итоги опыта строительства на закарстованных территориях,
- установить методики изучения карста применительно к различным областям народного хозяйства.

Значимость карста многоаспектна [13], как и карстоопасность [28, 29, 38]. И все это можно и следует осветить в федеральном нормативном документе по инженерным изысканиям на закарстованных территориях России, создав для его разработки временный творческий коллектив, способный осмыслить и охватить основные проблемы инженерного карстования в современных условиях и довести их до практической реализации через обязательные требования к качеству изысканий. Без федерального норматива не заработают эффективно и территориальные нормы, учитывающие региональные особенности развития карста. Исходя из нужд проектирования и эффективности противокарстовой защиты, в нормативе в первую очередь следует отразить:

- основные термины и понятия [9, 22, 25, 44, 45],
- область применения норм,

- этапы и масштабы карстологического картирования,
- оптимизацию видов и объемов работ, включая моделирование,
- адекватность с базовыми, уже актуализированными сводами правил, особенно с СП 47.13330.2012, СП 22.13330.2011, СП 24.13330.2011, СП 116.13330.2012 [31-34],
- важнейшие количественные показатели карста и закарстованности [12] и способы их установления,
- методики определения устойчивости карстовых полостей, расчетных диаметров и пролетов карстовых деформаций поверхности (провалов) [3-6, 20, 47, 48], а также вероятности поражения ими зданий и сооружений [25], оценки карстового риска [37, 40-43] с соответствующими примерами решений,
- наиболее оптимальные варианты противокарстовых мероприятий (включая основы карстомониторинга) с учетом особенностей природных и техноприродных условий и факторов развития карста и карстопроявлений,
- рекомендуемый порядок выполнения изысканий с разумным привлечением специализированных организаций [17, 18].

Из-за отсутствия средств и времени (а нормы нужны сегодня!) за основу норматива целесообразно взять СП 11-105-97 [30] и «Руководство...» 1995г. [26], территориальные нормы Башкортостана, Москвы, Нижегородской и Пермской областей [24, 25, 44, 45] с анализом, разбором и применением публикаций последнего времени, включая зарубежные [9, 35, 49].

Литература

1. Анিকেев А.В. Суффозия. Механизм и кинематика свободной суффозии // Геоэкология, 2006. № 6. – С. 544-553.
2. Анিকেев А.В. Некоторые вопросы оценки карстового риска // Мат-лы Международ. науч.-практ. конф. «ГЕОРИСК-2009». Т. II. – М.: РУДН, 2009. – С. 4-9.
3. Анিকেев А.В. Об использовании модели Бирбаумера в инженерном карстоведении // Сергеев. чтения. Вып. 11. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 257-262.
4. Анিকেев А.В. Оценка опасности и риска образования провалов при инженерных изысканиях в карстовых районах // Актуал. вопросы инж. геологии и эколог. геологии. – М.: МГУ, 2010. – С. 122-123.
5. Анিকেев А.В. Геомеханические аспекты карстово-суффозионного процесса // Семинар по проблемам инж. карстоведения. – Дзержинск, 2012. – С. 72-81.
6. Буданов А.А. Буданова А.А. Вопросы определения расчетного диаметра карстового провала в потенциально опасном районе // Тр. Международ. конф. по геотехнике «Геотехн. проблемы мегаполисов». Т. 4. – СПб.: Геореконструкция, 2010. – С. 1364-1369.
7. Геотехнические проблемы проектирования зданий и сооружений на закарстованных территориях. – Уфа: БашНИИстрой, 2012. – 286 с.
8. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. Карстоведение. Ч.2. Региональное карстоведение. – Пермь: Перм.ун-т, 2008. – 267 с.
9. Дублянский В.Н. Карстоведение. Ч.3. Инженерное карстоведение / В.Н. Дублянский, Г.Н. Дублянская, В.Н. Катаев, В.П. Костарев, В.В. Толмачев. – Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т, 2011. – 288 с.
10. Катаев В.Н. Основы создания системы мониторинга закарстованных территорий (на примере Пермского края) // Геоэкология, 2013, №1. – С. 25-41.
11. Катаев В.Н. Воздействие линеаментной тектоники на развитие карстовых процессов на локальном уровне // ГеоРиск, 2013, №1. – С. 34-41.
12. Костарев В.П. О количественных показателях карста и их использовании при инженерно-геологической оценке закарстованных территорий // Инж.-строит. изыскания, 1979, №1(53). – С. 49-53.
13. Костарев В.П. Некоторые аспекты значимости карста Урала и Приуралья // Гидрогеология и карстоведение. Вып. 12. Пермь: Перм. ун-т, 1997. – С. 121-127.

14. Костарев В.П. Инженерно-карстологические изыскания: нормативы, их исполнение и совершенствование // Карстование – XXI век: теоретическое и практическое значение. – Пермь: Перм. ун-т, 2004. – С. 201-204.
15. Костарев В.П. К основным вопросам карстоопасности // Семинар по проблемам инж. карстования. – Дзержинск, 2012. – С. 106-108.
16. Костарев В.П. Об оценке карстоопасности и инженерном карстоведении // Геология и полезные ископаемые Запад. Урала. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2013. – С. 147-151.
17. Костарев В.П., Виноградова С.В. Инженерно-геологические изыскания на закарстованных территориях в современных условиях // Актуал. вопросы инж. геологии и эколог. геологии. – М.: МГУ, 2010. – С. 85-86.
18. Костарев В.П., Малахов В.Е. Еще раз об основных вопросах оценки карстоопасности при ординарных инженерно-геологических изысканиях на закарстованных территориях // Геотех. проблемы проектирования зданий и сооружений на карстоопасных территориях. – Уфа: БашНИИстрой, 2012. – С. 190-194.
19. Крашенинников В.С. Статическое зондирование как один из инструментов оценки карстовой опасности // Сергеевские чтения. Вып. 14. – М.: РУДН, 2012. – С. 40-44.
20. Кутепов В.М., Кожевникова В.Н. Устойчивость закарстованных территорий. – М.: Наука, 1989. – 152 с.
21. Максимович Г.А. Задачи карстовой конференции // Карстование: Тр. Молотов. карст. конф. Вып. 1. – Молотов: Молотов. гос. ун-т, 1948. – С. 5-10.
22. Нещеткин О.В. Проблемы инженерно-геологических изысканий на закарстованных территориях // Инж. изыскания, 2010, № 6. – С. 12-16.
23. Постоев Г.П. Предельное напряженное состояние в грунтовом массиве при формировании карстового провала (расчет предельного значения диаметра провала) // Инж. геология, 2011, № 1. – С. 28-33.
24. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы. – М.: Мокомархитектура, 2002. – 27 с.
25. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. – Нижний Новгород, 2012. – 140 с.
26. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста. – М.: ПНИИИС, 1995. – 168 с.
27. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: Минстрой России, 1997. – 45 с.
28. Сорочан Е.А., Толмачев В.В. Нормативно-методическая база строительства в карстовых районах // Основания, фундаменты и мех. грунтов, 2006, № 6. – С. 21-24.
29. Сорочан Е.А., Толмачев В.В. Вопросы устойчивого развития закарстованных территорий городов в свете положений Градостроительного кодекса РФ // Тр. Международ. конференции по геотехнике. Т.5. – М., 2010. – С. 1995-2002.
30. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч.II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. – М.: ПНИИИС, 2000. – 93 с.
31. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М.: Минрегион РФ, 2011. – 161 с.
32. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – М.: Минрегион РФ, 2011. – 86 с.
33. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. – М.: Минрегион РФ, 2013. – 80 с.
34. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. – М.: Минрегион РФ, 2013. – 43 с.

35. Толмачев В.В. Анализ материалов национальных конференций США по прикладным вопросам карстоведения (1984-2005): науковедческий подход // Инж. геология, 2006, ноябрь. – С. 68-71.
36. Толмачев В.В. Карстовые районы: тридцатилетний опыт нормотворчества // Инж. изыскания, 2007, № 1. – С. 16-19.
37. Толмачев В.В. О допустимых рисках строительства в карстовых районах // Основания, фундаменты и мех. грунтов, 2007, № 5. – С. 19-21.
38. Толмачев В.В. Предложения по дифференциации закарстованных территорий по провальной опасности // Перспективы развития инж. изысканий в стр-ве в РФ: Мат-лы IV Общероссийской конф. изыскат. организаций. – М.: ОАО «ПНИИС», 2009. – С. 154-157.
39. Толмачев В.В. Методы оценки карстовой опасности для строительных целей: состояние и перспективы // Геоэкология, 2012, №4. – С. 354-363.
40. Толмачев В.В. Карстовый риск в свете требований федеральных законов России // Перспективы развития инж. изысканий в стр-ве в РФ: Мат-лы IX Общерос. конф. изыскат. организаций. – М.: ООО «Геомаркетинг», 2013. – С. 16-17.
41. Толмачев В.В. Принципы устойчивого развития территорий в карстовых районах и примеры из практики их реализации // Геоэкология, 2014, № 1. – С. 3-9.
42. Толмачев В.В., Мамонов Т.Ф. О допустимых удельных карстовых рисках для строительных объектов // Мат-лы Международ. научно-практ. конф. «Геориск-2009». Т. II. – М.: РУДН, 2009. – С. 33-38.
43. Толмачев В.В., Мамонова Т.В. Определение уровня риска от карстовых провалов для застроенных территорий // Сергеев. чтения. Вып. 4. – М.: ГЕОС, 2004. – С. 205-208.
44. ТСН 11-301-2004По. Инженерно-геологические изыскания на закарстованных территориях Пермской области. – Пермь, 2005. – 120 с.
45. ТСН 302-50-95РБ. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях. – Уфа: Госстрой РБ, 1996. – 40 с.
46. Хоменко В.П. закономерности и прогноз суффозионных процессов. – М.: ГЕОС, 2003. – 216 с.
47. Хоменко В.П. Карстово-обвальные провалы «сложного» типа: физическое моделирование // Инж. геология, 2009, № 3. – С. 34-41.
48. Хоменко В.П. Карстово-обвальные провалы «простого» типа: полевые исследования // Инж. геология, 2009, №4. – С. 40-48.
49. Иванов Ивайло. Нова методика за оценка на карстовата опасност // Инж. геол. и гидрогеол., 2012, № 26. – С. 73-89.

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОДЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ЗАТОПЛЕННЫХ РУДНИКОВ УРАЛА

С.Н. Елохина, В.А. Елохин

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»
Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30. E-mail: elohina.s@mail.ru

Остановка и закрытие рудников на Урале происходит, по крайней мере, с эпохи раннего металла [5]. Первую историческую группу отработанных горных объектов составляют старые рудники, шахты и копи, отличающиеся незначительной глубиной заложения, редко более 20-40 м, изолированностью и обособленностью. Ко второй группе можно отнести современные шахты, построенные в 20-м веке и имеющие глубину 350-500 и более метров, сбитые между собой и образующие обширные подработанные пространства площадью до нескольких квадратных километров и более. Депрессионные воронки дренажных систем охватывают ещё большие площади, вызывая перестройку общего водного баланса территории, специфическую водохозяйственную ситуацию, истощение и загрязнение подземных вод [10].

Третья группа остановленных рудников представляет собой современные промышленные горные разработки на территории древних объектов из первой исторической группы, которые даже рассматриваются геологами как поисковые признаки рудных месторождений. Таким способом на Урале заново открыты Кабанское (Колпаковское), Пьянко-Ломовское, Южно-Улукское колчеданные и др. месторождения. С геоэкологической точки зрения третья группа объектов наиболее опасна, поскольку сочетает глубину и масштабность современных воздействий с большим количеством старых не рекультивированных подземных выработок, создающих особую опасность для инженерных объектов по причине неглубокого заложения, провоцирующего просадки на поверхности земли, отсутствия достоверных планов их расположения и т.п. Примером объектов третьей группы являются выработки на окисленные медные руды на Гумешевском и старые золоторудные шахты на Березовском рудниках Среднего Урала, территории которых входят в границы земель Полевского и Березовского городских округов Свердловской области и отчасти сопряжены с селитебной застройкой. В целом расположение старых рудников на Среднем Урале, в первую очередь, связано с зеленокаменной полосой Восточного склона Урала.

Закрытие горнодобывающих объектов обычно сопровождается затоплением подземных горных выработок, их «мокрой» ликвидацией (консервацией). В этом случае на объектах второй и третьей групп создаются максимальные геоэкологические угрозы, из-за которых приходится иногда сохранять нерентабельные объекты или выполнять дорогостоящие мероприятия по поддержанию водоотлива.

Для оценки воздействия горнодобывающей деятельности на окружающую среду используется понятие «техногенез», которое было предложено в 1934 г. академиком А.Е. Ферсманом для характеристики техногенных геохимических ландшафтов в условиях эксплуатации рудных месторождений, как совокупное проявление техногенных процессов рассеивания рудной минерализации на поверхности земли. В последствии «техногенез», как научный термин, получил широкое применение и развитие. В максимально широкой трактовке понятие «**техногенеза**» рассмотрено в монографии Н.И. Плотникова [10], как «совокупность литолого-фациальных, геохимических, гидрогеологических, биогидрогеохимических, инженерно-геологических, геокриологических и других техногенных процессов, протекающих в той части литосферы, в которой интенсивно проявляется инженерная деятельность человека, приводящая к изменению состояния и свойств геологической и нередко окружающей среды в целом». Как одна из разновидностей выделяется горнопромышленный техногенез, для которого характерно:

- формирование на поверхности техногенного ландшафта, включая геохимическое и гидрогеохимические его аспекты;
- формирование техногенного поля напряжений в горном массиве, приводящих к развитию техногенной трещиноватости и деформации поверхности земли;
- формирование в подземных водах локального или регионального техногенного гидродинамического режима (техногенного водоносного горизонта), приводящего к дренированию влаги на этой площади;
- проникновение техногенных процессов на значительную глубину, в пределах которой подземные воды обладают высокой окислительной способностью, способностью выщелачивания, растворения и интенсивным теплообменом, направленным из недр на поверхность земли;
- значительное истощение естественных запасов подземных вод, переформирование структуры подземного потока в плане и разрезе, баланса подземного стока.

Глубина горнопромышленного техногенного воздействия достигает 1-3 км, а суммарная площадь нарушенных земель в целом в мировой практике превышает 15-20 млн. га, из которых 59 % – это различные горные выработки, 38 % – отвалы, 3 % – места оседания, провалы и другие нарушенные земли.

Негативные процессы в литосфере продолжаются и после завершения горнодобывающей деятельности на пассивной стадии горнопромышленного (горного) техногенеза [4], иногда даже в большем объеме, особенно на этапе самозатопления подземных горных выработок. При этом техногенные процессы при преобладающей роли природных факторов,

действующих в измененных техногенезом природно-техногенных условиях, преобразуются в природно-техногенные. Ведущими агентами воздействия на «раненую и покореженную» литосферу, являются уже не человек и горное производство, а природные факторы: жар, лед, газы атмосферы, водные потоки и гравитация.

Рекультивация нарушенных территорий на пассивной стадии техногенеза обычно решает задачу предотвращения развития неблагоприятных техногенных процессов, в первую очередь, протекающих на поверхности земли. Возвращение нарушенной части литосферы в естественное природное состояние не рассматривается, как избыточное с технико-экономических позиций.

На современном этапе технико-экономического развития технические мероприятия в составе рекультивации чаще всего включают:

1. Надежное перекрытие стволов шахт двумя ставами на двух глубинах для изоляции их устьев.
2. Установку предупреждающих знаков.
3. Нейтрализацию кислых шахтных вод.
4. Искусственное вскрытие и отвод шахтных вод.
5. Сохранение рудничного водоотлива (полностью или частично) и его отвод или использование (полностью или частично).
6. Засыпку провалов и зон сдвижения (может быть по отдельному проекту), в том числе промышленными отходами.
7. Ликвидацию (полностью или частично) отвалов, отстойников и т.п.
8. Техническую рекультивацию карьерных выемок и отвалов.
9. Нейтрализацию шахтных и подотвальных вод.
10. Биологическую рекультивацию нарушенных земель (полностью или частично).

При этом оценка менее всего изученных природно-техногенных процессов, протекающих в подземных техногенных пространствах затопленных рудников, не производится.

В связи с вышеизложенным, целью настоящего рассмотрения является выделение перечня основных геологических процессов, происходящих в подземных выработках при их затоплении и после, опираясь на литературные и собственные эмпирические данные.

Среди зарубежных работ, посвященных указанной тематике, необходимо отметить опыт польских коллег [11], которые длительное время проводили специальные исследования в старом меднорудном районе на юго-западе Польши (бассейн Grodziec), где процесс затопления отработанных медных шахт угрожал питьевому водоснабжению населения. Меднорудные месторождения здесь отработывались в течение полувека до глубины 830 м. Площадь депрессионной воронки достигала 55 км² и захватывала все водоносные горизонты, имеющие значение для питьевого водоснабжения. С 1951 по 1999 год рудничным водоотливом откачивалось до 2,5 тыс. м³/час подземной воды, хотя в 1989 г. добыча медной руды была завершена закрытием последнего рудника «Конрад». Через год после прекращения дренажных мероприятий (в 2001 г.) зафиксировано повышение минерализации, сульфатов, железа, марганца, жесткости воды в подземных выработках. С использованием материалов гидрогеологического мониторинга ухудшение качества шахтных вод на первом этапе затопления объяснялось растворением продуктов выветривания сульфидных минералов (гидросульфатов), накопленных в осушенной горными работами части месторождения. Были зафиксированы и изучались и другие проявления горнорудного техногенеза, в том числе, подземная водная эрозия.

Эколого-геологические последствия массового затопления угольных шахт в Восточном Донбассе всесторонне проанализированы в работе [8]. В г. Донецке объем выработанного пространства, сейчас заполненный водой, составляет около 300 млн. м³, что провоцирует техногенную сейсмичность. Уже было зарегистрировано более 29 техногенных землетрясений. К наиболее опасным процессам в подземных выработках отнесены перетоки между затопленными и действующими шахтами, что приводило к переформированию газовой зональности по метану и углекислоте, обескислороженного («мертвого») воздуха. Отмечено ухудшение качества шахтных вод после затопления. Например, в шахте «Комиссаровская» общая минерализация увеличилась с 8 до 18 г/л с концентрацией сульфатов до 8,8 г/л, железа – 170 мг/л. Изливающие воды содержат целый ряд токсичных веществ: медь, кобальт, кадмий, стронций и хром.

С 1993 по 2005 год в Восточном Донбассе было ликвидировано около 200 угледобывающих предприятий. При этом шахтные стволы представляют собой наиболее крупные инженерные сооружения, и их ликвидация является самой трудоемкой, дорогостоящей и небезопасной. После ликвидации шахт на них часто происходят техногенных аварий. Наиболее часто встречаемые причины аварий [6]:

1. Не засыпанные породой и плохо закрытые устья стволов (разрушение слабой крепи стволов и нарушение полков недостаточной прочности на их устье).
2. Некачественно засыпанные стволы или стволы, в которых из-за растворения известняков или размыва слабых вмещающих пород подземными водами (признаки подземной водной эрозии), происходит обрушение крепи стволов.
3. Затопление стволов поверхностными водами или интенсивные притоки подземных вод, вызывающие размыв закладки и её унос в сопрягающие со стволом выработки, часто с образованием кратеров и провалов (также признаки водной эрозии).
4. Внезапные подъемы воды в ликвидируемых стволах на десятки метров, причины которых неизвестны.

Около половины случаев спровоцировано подъемом уровня подземных вод, остальные – техническими и организационными факторами.

Последствия затопления 43 угольных шахт Кузбасса рассмотрены В.М. Лювигом [9]. Шахты отработывались от 30-40 и до 100 лет, имели глубину 300-400 до 700 м, площадь горных выработок – от единиц до десятков квадратных километров, различное геоморфологическое расположение (от долин I-го порядка до водоразделов и приводораздельных склонов). Полученные данные показали, что в процессе техногенной деятельности пористость и проницаемость массива в пределах горного отвода увеличилась до 5-7 %, а наличие капитальных горных выработок обеспечивало хорошую гидравлическую связь разных геоморфологических участков месторождения. В результате затопленные шахты стали выполнять роль дренирующей системы для подземного стока, что привело к загрязнению транзитного фильтрационного потока при прохождении через техногенные полости. В подземных водах возрастала минерализация в 3-4 раза – до 2-3 г/л, появляется сероводород – до 0,4-0,8 мг/л, надфоновые концентрации соединений азота, железа, марганца, нефтепродуктов, ХПК и БПК, что связано с большим количеством органического материала в затопленных шахтах (деревянная крепь, ветошь и пр.), растворением солей карбонатов и сульфатов, накопленных в виде пыли в горных выработках. Восстановительный режим в подземных выработках характеризуется низким Eh (до -30 мв). В ряде случаев создается угроза для питьевых водозаборов, если в область питания попадают затопленные шахты (шахты им. Дмитрова, Бунгурская, им. Волкова). В целом, уровень техногенного воздействия на «пассивной» фазе воздействия на геологическую среду, по оценкам В.М. Людвига, даже превышает наблюдавшийся при добыче угля.

Гидрогеологические и геоэкологические аспекты закрытия и затопления угольных шахт на Урале в Кизеловском угольном бассейне с 90-х годов XX века рассматриваются в работах В.М. Баньковской, С.М. Блинова, А.В. Бурковской, А.К. Имайкина, К. К. Имайкина, В.Н. Катаева, С.С. Потапова и др. [7]. В работах отмечается, что затопление шахт происходит в течение 2-5 лет и сопровождается образованием техногенных горизонтов кислых шахтных вод мощностью 25-30 м на площади многих десятков квадратных километров, формированием родниковой разгрузки в долинах рек, например, р. Кизил. Общий объем излива шахтных вод на поверхность земли составил в среднем 17 % от величины дренажного водоотлива, вероятно, за счет пропорционального усиления атмосферного питания. Также как в Восточном Донбассе и Кузбассе, при затоплении угольных шахт Кизеловского бассейна, зафиксировано изменение химического состава шахтных вод, который после затопления отличался большей кислотностью, солесодержанием, сульфатностью. Через 10-15 лет указанные показатели снижаются и в значительной степени стабилизируются. Еще одним процессом, сопровождающим затопление шахт в Кизеловском бассейне, по данным Г.Н. Дублянской и В.Н. Дублянского, является активизация карста и подтопления, а также их парагенезиса [3].

Закрытие горнорудных предприятий в конце 20-го века происходило и на Дальнем Востоке. На примере эксплуатации (с 1950 по 1996 год) и затопления Смирновского свинцово-цинкового рудника (Сихотэ-Алинь, бассейн р. Рудная) можно наблюдать аналогичные, упомянутым выше процессы закисления рудничных стоков после остановки рудника [1].

Эмпирические данные по рудникам Урала [4] показали их схожесть с описанным выше. Уральской спецификой, как старейшего горнорудного региона, можно считать проблему вскрытия старых и даже древних затопленных горных выработок при освоении рудных место-

рождений, которая приводит к внезапным и даже катастрофическим прорывам воды. Подобные «встречи» описаны в отчетах по разведке и освоению во второй половине 20-го века Гумешевского медноскарного, Березовского коренного золота, Турьинского и Шиловского меднорудных месторождений и др. Обращает внимание химический состав подземных вод в старых горных меднорудных выработках с кислой реакцией (рН 0,8 – 6,5) и высокими концентрациями железа, меди, цинка, свинца и других металлов, достигающими нескольких граммов и десятков г/л.

Таблица 1

Техногенез на территории остановленных рудников и шахт [4]

Объект (рудник, бассейн)	Процессы и проявления*											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пышминский	+	-	+	+	+	+	+	(+)		(+)	(+)	
Дегтярский	-	+	+	+	+	+	+	(+)	+		+	+
Гумешевский	-	+	+	+	+	+	+	(+)	+	(+)	+	+
Зюзельский	-	+	-	+	+		+	(+)		(+)	+	
Ломовский	-	+	-	+	+	+	+	(+)		(+)	+	
Карпушихинский	-	+	+	+	+	+	+	(+)		(+)	+	
Ново-Ежовский	-	-	-	(+)	(+)	-		(+)				
им. III Интернационала	-	+	+	+	+	(+)		(+)		(+)	(+)	
Красногвардейский рудник	-	(+)	+	-	+			(+)		(+)	(+)	
Турьинские	-	-						(+)		(+)	+	+
Алапаевский	-	-								(+)		
Богомоловский	+	-	-	+	-	+			-	(+)	(+)	
Крылатовский	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	(+)	
Смирновский (Сихотэ-Алинь)	-	+		+	+	+		(+)				
Кизеловский угольный бассейн	-	+	+	+	+	+		(+)		(+)		
Гродзенский меднорудный бассейн в Польше	-	-	-	+	-	+	+	(+)		+	+	
Восточный Донбасс		+	+	+	+	+	+	(+)	+	+	+	+
Кузбасс		+	+	+	+	+	+	(+)	+	+	+	+

* Процессы и явления: 1 – сохранение водоотлива (в том числе, частично) и техногенной зоны аэрации; 2 – излив шахтных вод; 3 – подтопление и заболачивание; 4 – загрязнение подземных вод; 5 – загрязнение поверхностных вод и образование вторичных образований (в донных отложениях, на поверхности земли); 6 – изменение общего водного баланса, увеличение подземной составляющей (в том числе, до 100 %); 7 – изменение структуры фильтрационного потока, перебалансировка источников питания со специфической изотопной зональностью; 8 – создание специфической геотермической (геофизической) зональности; 9 – вытеснение водой подземных газов (радона, сероводорода, углекислого газа, «мертвого» воздуха и др.); 10 – провалы и активизация зон сдвижения; 11 – подземная водная эрозия; 12 – наличие старых горных выработок, прорывы в действующие шахты.

** знак «+» означает наблюдаемый процесс или явление; знак в скобках – предполагаемые; знак «-» – отсутствие процесса или явления; пустая клетка – информация отсутствует.

На затопленном Крылатовском золотодобывающем руднике комплексными исследованиями установлена гидродинамическая, гидрохимическая и геотемпературная вертикальная природно-техногенная зональность [5]. В пределах шахтного поля нарушается региональный геотермический градиент из-за усиления вертикального водообмена и его дифференциации по горизонтальным этажам. При этом соленость подземных вод в вертикальном шахтном стволе в условиях интенсивного выхода шахтных вод на поверхность земли ниже влияния местного базиса дренирования возрастает до 1,0 г/л и выше.

Таким образом, воздействие природных физических и химических агентов на рассматриваемых объектах имеет техногенную специфику, главным образом, из-за присутствия техногенных пустот, оставшихся в «наследство» от эксплуатационной стадии освоения месторождения.

Сводные эмпирические данные о природно-техногенных процессах и их проявлениях, описанных выше, представлены в таблице 1. Учитывая все вышеизложенное, комплекс природно-техногенных геологических процессов в подземном пространстве пассивной стадии горнорудного техногенеза представляется в следующем виде (табл. 2).

Таблица 2

Опасные геологические процессы и формы их проявления в затопленных подземных горных выработках на территории Урала

Номер п.п.	Природно-техногенные геологические процессы	Формы проявления
1	Подъем уровня подземных вод после остановки водоотлива в границах депрессионной воронки (самозатопление шахтных полей)	Специфическая структура подземного потока (специфические области транзита, питания и разгрузки)
		Загрязнение подземных вод за счет влияния шахтных вод
		Изменение геотермического градиента
2	Увеличенные скорости геофильтрации в каналах с гиперпроницаемостью	Водная эрозия стенок подземных горных выработок
		Деформация и обрушение подземных горных выработок и шахтных стволов
3	Разжижение (изменение консистенции) и снижение прочностных свойств горных пород при их вторичном замачивании	Деформация и обрушение горных выработок
4	Внезапный прорыв рудничных вод из старых затопленных выработок в новые или эксплуатируемые	Деформация и затопление горных выработок на действующих шахтах
		Нарушение общего ритма добычных работ
5	Включение в область питания водозаборных сооружений затопленных шахтных полей	Ухудшение качества воды на водозаборе при остановке рудника и затоплении выработок
6	Суффозионные процессы, формирующиеся в зоне сезонного колебания уровня подземных вод над подземными горными выработками	Деформация поверхностных и подземных сооружений в зоне влияния провальных воронок
7	Гравитационные процессы на подработанной территории	Деформация шахтных стволов и околошахтных горных выработок
		Образование зоны техногенной трещиноватости
8	Растворение и вынос вторичных минералообразований в бывшей техногенной зоне аэрации	Ухудшение качества рудничных вод, их химическое загрязнение
		Формирование агрессивных кислых вод

В целом все подземные пространства затопленных рудников, по аналогии с карстовыми ландшафтами [2], можно рассматривать как подземный морфоструктурный элемент горно-промышленных природно-техногенных ландшафтов.

Выводы. На постэксплуатационной стадии после остановки и закрытия горнодобывающего предприятия формируется пассивная стадия техногенеза горнорудного профиля, который проявляется через природно-техногенные геологические процессы, в том числе, в подземных техногенных пустотах. Основными из них являются:

- увеличение скорости геофильтрации и инфильтрации, приводящее к развитию процессов эрозии и растворения в техногенных каналах;
- изменение глубины доступа атмосферных газов в массив горных пород, увеличение поверхности их воздействия;

- процессы растворения и гидролиза ускоряются вслед за ускорением выноса продуктов реакции;
- изменение химического состава подземных вод за счет спровоцированных горно-рудной деятельностью процессов сернокислотного выщелачивания, гидролиза, вторичного минералообразования, складирования и захоронения отходов производства и потребления в поверхностные и подземные горные выработки;
- нарушение природной гидродинамической, геофизической и гидрохимической зональности.

Совокупно все перечисленные процессы можно оценить как подземное физическое и химическое выветривание массива горных пород, приводящее к изменению их физико-механических характеристик и т.п.

Рассмотренный эмпирический комплекс природно-техногенных геологических процессов требует дальнейшего изучения.

Литература

1. Аржанова В.С., Елпатьевский П.В., Елпатьевская В.П. Горнопромышленный техногенез как фактор трансформации состава вод (юг Дальнего Востока России). // *Фундаментальные проблемы современной гидрогеохимии. Труды Международной конференции, посвященной 75-летию юбилею гидрогеохимии.* – Томск: Изд-во научно-технической литературы, 2004. – С. 280-284.
2. Гвоздецкий Н.А. Карстовые ландшафты. – М.: Изд. МГУ, 1988. – 112 с.
3. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Теоретические основы изучения парагенеза карст – подтопление. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1998. – 204 с.
4. Елохина С.Н. Горнорудный техногенез постэксплуатационной стадии на территории Урала // «Литосфера». – 2013. – № 5. – С. 170-183.
5. Елохина С.Н. Гидрогеоэкологические последствия горного техногенеза на Урале / Под ред. О.Н. Грязнова. – Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2013. – 187 с.
6. Ефимов А.М. Обоснование мониторинга процессов, связанных с ликвидацией стволов угольных шахт в сложных гидрогеологических условиях. Автореф. Дисс. На соиск. уч. ст. к. т.н. – М., 2005. – 20 с.
7. Имайкин А.К. Оценка и прогноз гидрогеологических условий территории Кизеловского угольного бассейна после закрытия шахт. Автореф дисс. на соиск. уч. ст. к. г.-м.н. – Пермь: Пермский гос. нац. исс. ун-т, 2005. – 20 с.
8. Кочетков М.В., Кашковский Г.Н., Логвинов М.И., Журбицкий Б.И. Эколого-геологические последствия массового затопления ликвидированных угольных шахт Восточного Донбасса // *Разведка и охрана недр.* 2001. № 5. – С. 33-38.
9. Людвиг В.М. Геоэкологические последствия затопления шахт в Кузбассе (на примере шахты им. Орджоникидзе) / *Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири.* – Томск: ТПУ, 2003. – С. 242-243.
10. Плотников Н.И. Техногенные изменения гидрогеологических условий. – М.: Недра, 1989. – 268 с.
11. Czmiel J., Markiewicz A., Kryza H., Kryza J. Hydrogeologiczne i środowiskowe aspekty likwidacji górnictwa miedzowego w synklinie grodzieckiej. // *Współczesne problemy hydrogeologii.* Tom XII, Toruń, 2005.

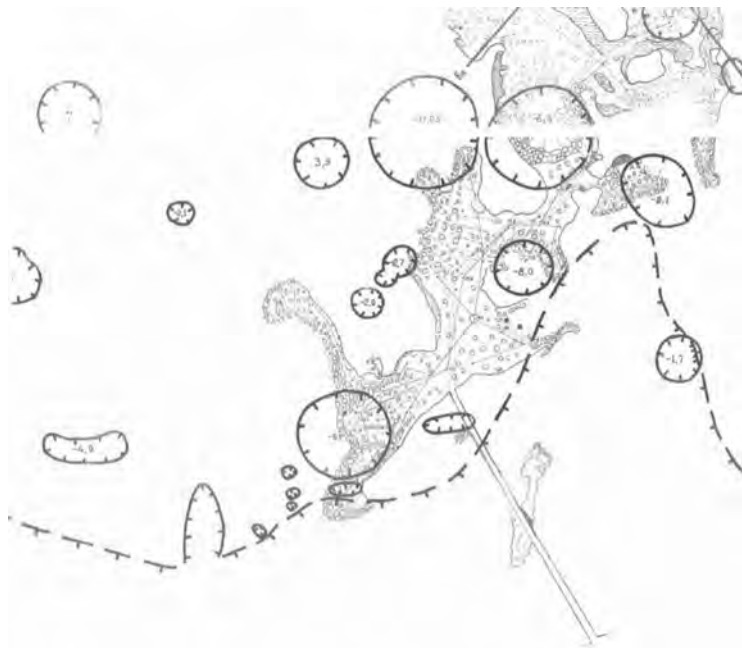
СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ПОЛОСТЕЙ КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРЫ

Н.П. Панчуков

Кунгурская лаборатория-стационар ГИ УрО РАН

В 1964-67 г.г. в Кунгурской лаборатории-стационаре под руководством научного сотрудника Дорофеева Е.П. выполнили работу по геометризации полостей Кунгурской Ледяной

пещеры (КЛП) и поверхности Ледяной горы (ЛГ). Работы включали проложение замкнутого хода по КЛП со съёмкой поверхностных карстовых форм. Результатом работы стал план пещеры масштаба 1:500, совмещённый план поверхностных карстовых форм и полостей масштаба 1:500 (рис. 1).



ления устойчивости стенок и кровли. Съёмка плоскостей обрушения. Создание базы данных геометрии участков обрушившихся пород.

Инженерные. Оптимизация прокладки коммуникаций, моделирование освещения, наблюдения за состоянием искусственных целиков и подпорных стенок, определение участков строительства новых защитных сооружений.

Работы по геометризации, выполненные в полостях «Длинный» и «Космический», позволили установить, что это одна полость, разделённая осыпью [1].

В результате съёмки поверхности ЛГ и пустоты в пределах грота «Вышка» (рис.2а, б) построена 3-х мерная каркасная модель поверхности и полости «Вышка». Сбойки между полостями «Вышка» и «Лукина».

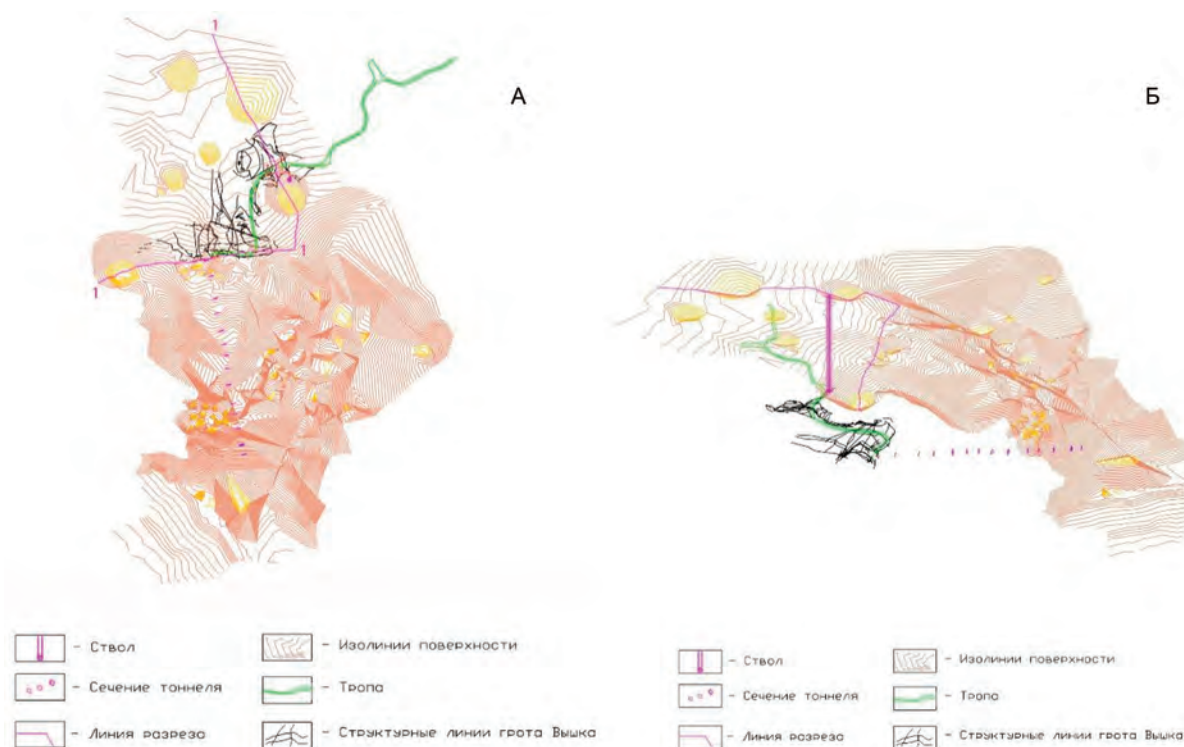


Рис. 2. 3-х мерная каркасная модель ЛГ с полостью «Вышка»: а – вид сверху; б – вид с запада на восток

Анализируя взаиморасположение карстовой воронки на поверхности и выходом карстово-обвальных отложений в полостях гротов «Вышка» и «Лукина» очевидно следующее: осыпь, представленная карстовой брекчией, сформировавшаяся в процессе инфильтрации поверхностных и подземных вод и обрушения стенок, расположенная слева (стороны определяются относительно экскурсионной тропы по направлению вход-выход), связана с воронкой на поверхности. Расстояние от дна воронки до устья – 53,0 м в плоскости ХУ центр устья ствола и дна воронки – 10,0 м. В данной статье ствол – это вертикальное образование в массиве карстующихся пород, сформировавшееся в результате выщелачивания при инфильтрации подземных и поверхностных вод по локальной системе трещин с дальнейшим обрушением стенок. Стволы могут быть открытые – не заполненные карстовообвальными отложениями (КО От), закрытые – соответственно заполненные, слепые – без выхода на поверхность, проходные – с выходом на поверхность. В данном случае мы имеем дело с закрытым проходным стволом.

Выход КО От в полости грота «Вышка» слева от тропы не коррелируется на поверхности с карстовыми воронками. Закрытый слепой ствол, находится в стадии развития. Вывалы карбонатных отложений неволинской пачки позволяют предположить развитие ствола до высоты 130,0-135,0 м.

Обвальные отложения в северной части полости «Вышка» справа от тропы образовались в результате обрушения кровли полости. Абсолютная отметка кровли -130,16 м. На по-

верхности рассматриваемому участку соответствуют ближайшая воронка с а.о. дна 182,0 м глубиной 2,5 м расстояние в плоскости ХУ -16,2 м. Следующая воронка с а.о. дна 181,5 м глубиной 5,0 м с расстоянием в плоскости ХУ -23,0 м. Наиболее вероятным способом формирования данных воронок является разгрузка пород в полости сформировавшихся в отложениях шалашнинской пачки.

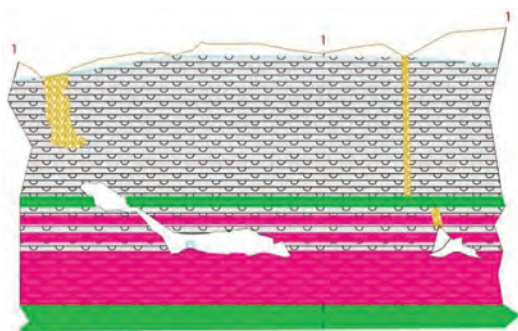


Рис. 3. Схематический разрез по линии 1-1-1

Аналогично формирование воронок над западно-южной частью полости «Вышка». А.о кровли сформировавшейся в отложениях шалашнинской пачки 137,6 м. А.о. дна воронки 169,0м, глубина 3,5 м. расстояние в плоскости ХУ 16,0м.

На рис. 3 схематичный разрез по линии 1-1-1 проходящий через стволы в пределах полости «Вышка» даёт представление о стадиях формирования и этажности в развитии полостей.

Детальная 3-D съёмка позволила оценить величину силы, действующую на слои в кровле, приводящую к их обрушению.

В результате съёмки места обрушения части кровли полости «Дружбы Народов» (рис. 4) КЛП размеры обвала составили: длина – 14 м, ширина (средняя) – 7 м, мощность (средняя) – 0,3 м. Площадь по кровле составляет 84 м². Исходя из этого $\sigma_{раст}=6,5$ КПа. Предел прочности на растяжения гипса составляет от 2 до 10 МПа /2/.

Размеры плоскости и мощности по результатам съёмки обрушения в полости «Вышка» составляют: длина – 21 м, ширина (средняя) – 3,0 м, мощность (средняя) – 0,4 м. Обвал кровли произошел в 1 м справа от экскурсионной тропы в северной части полости (на границе с полостью «Лукина»). По данным региональной сейсмологической станции, находящейся в Кунгурской пещере, обвал произошел 11.01.2013 г. в 12:18 местного времени. Силы сцепления слоя в кровле составили $\sigma_{раст}=8,6$ КПа.

На рис. 5 приведена 3-D схема структурных линий кровли, а на рис. 6 фото со стороны полости «Вышка» сбойки между полостями «Лукина» и «Вышка». Мощность отдельных слоёв изменяется от 0,4 до 1,4 м. Площадь обнажения нижней части нависших слоёв составляет 12,7 м². Отсюда сопротивление отрыву нижнего слой 8,6 КПа, двух слоёв 23,7 КПа, и всей кровли в пределах площади нависшей части кровли сбойки составляет 53,0 КПа. Эти величина на 2 порядка ниже, чем предельное значение породы гипс на разрыв.



Рис. 4. Фото обрушения части кровли полости «Дружбы Народов»

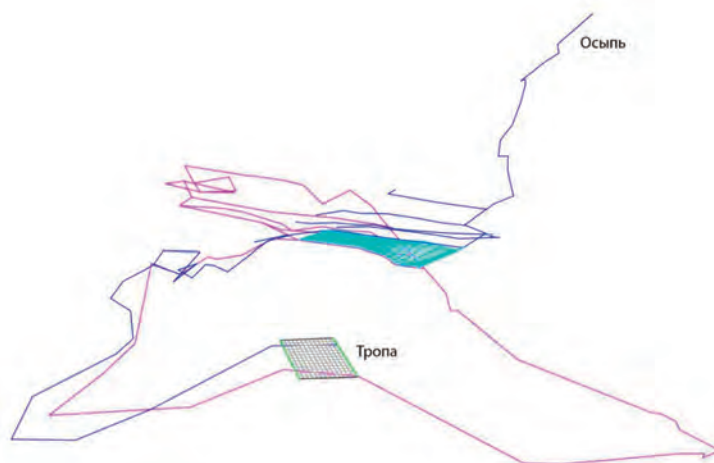


Рис. 5. 3-D схема структурных линий кровли



Рис. 6. Фото со стороны полости «Вышка» сбойки между полостями «Лукина» и «Вышка»

Неизвестным остаётся скорость процесса потери прочности в слоях мощностью 0,5-2,0 см и на контакте слоёв. Процесс потери прочности обусловлен минеральным составом и зависимостью прочности от влажности данного слоя. Основную роль играет влага, движущаяся по секущим трещинам и трещинам напластования под действием капиллярных сил.

Литература

1. Чеурина К.Н. Построение трёхмерной модели Кунгурской Ледяной пещеры и Ледяной горы. Сб. «Карстовые процессы: закономерности развития, мониторинг, инженерно-геологические методы исследований». – Кунгур, 2010. – С.131-134.
2. Усаченко Б.М. Геомеханика подземной добычи гипса. – Киев: Наук. думка, 1985. – 216 с.

КАРСТОВЫЕ И ОКОЛОКАРСТОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА КУНГУРА И ДРУГИХ ПОСЕЛЕНИЙ

А.В. Турышев

Сколько бы мы не изучали карст, вопросы безопасности строительства в таких местах как Кунгур, будут возникать ещё долго. Сотрудниками стационара, учёными г. Перми, более, чем за полвека, сделано немало. Огромный объём инженерно-строительных изысканий с проведением буровых работ выполнен ВерхнеКамТИСИЗом.

В работе В.Н. Катаева и О.И. Кадебской «Геология и карст города Кунгура» (2010) достаточно объективно дается история изучения карста г. Кунгура и анализируется карстоопасность территории города. В основу своих обобщений авторы, как и большинство прежних исследователей, положили литолого-геоморфологические факторы и широко использовали статистический материал по скважинам и провалам, накопленный за указанное время.

В этих работах недостаточно было уделено внимания на гидрогеологическую сторону развития карста. Этим же страдают и официальные документы, относящиеся к проектно-изыскательским и экспертно-оценочным материалам. В частности, не учитываются такие важнейшие гидрогеологические факторы для гипсового карста как:

1. Взаимодействие двух водоносных комплексов на контактах сульфатных и карбонатных пород. В результате этого взаимодействия наблюдаются самые впечатляющие карстовые явления. Формируются вытянутые на сотни километров депрессии вдоль склонов Уфимского плато, формируются протяженные надводные и подводные пещеры, образуются провалы глубиной до 50 и более метров. Именно в таких условиях возникла Ординская подводная пещера. Пожалуй, ещё более грандиозные подводные пещеры могут быть открыты в районе Мазуевской депрессии. Был там даже вход в такую пещеру, теперь, к сожалению, уже закрывшийся. Да и в радиусе до 15 км около Кунгура по гидрогеологическим предпосылкам, тоже могут быть такие пещеры (А.В. Турышев, 1960, 1962, 1964).

2. Неизвестность глубины и дальности проникновения паводковых вод в коренные берега рек. Это наисильнейший фактор образования первичных карстовых полостей.

3. Незнание масштабов и мест перетоков между реками, особенно в паводки. Это тоже очень важный фактор образования карстовых полостей под долинами рек и причина просадочных случаев грунта на пойменных участках.

Оценить же масштабы и роль этих процессов и явлений можно лишь, имея хорошие карты гидроизогипс для иренского и гидроизопьез для филипповского водоносных горизонтов с высоким разрешением на разные сезоны года. Возможность составления таких карт может возникнуть после создания сети наблюдательных скважин. К настоящему времени на территории города пробурено тысячи скважин. Можно ли их использовать для указанных целей? Нельзя, потому что большинства из них уже нет, или их конструкция не позволяет ими воспользоваться, как наблюдательными и экспериментальными. Получена ли от этих скважин достаточно полная информация по карсту? Гидрогеологическая информация очень скудна. Нет сведений о водообильности, о химизме воды по горизонтам. Какова судьба этих скважин в будущем? Не будут ли эти брошенные или плохо ликвидированные скважины новыми органическими и «антиорганическими» трубами?

Ещё на стадии проектирования буровых работ необходимо предусматривать соответствующую конструкцию скважин, оставляемых как наблюдательные и опытные.

Я понимаю, что это приведет к увеличению металлоемкости скважин и их удорожанию. Пойти на это надо, даже за счет сокращения числа намечаемых к бурению скважин.

О мониторинге карста говорится много. По-разному на него смотрят. Для одних маячок на трещине здания уже мониторинг карста, для других это всего лишь наблюдение за трещиной.

Есть ещё одна проблема - проблема связи наводнений и карста. В этой области природных явлений карст играет положительную роль. Дело в том, что во время наводнений вода из русла рек в огромных количествах устремляется внутрь береговых закарстованных массивов и тем самым растягивает наводнение во времени и сглаживает его пик. Несколько лет назад серьёзно обсуждалась проблема борьбы с паводками путем углубления русла реки Сылвы. Хорошо, что теперь отказались от этой затеи. По этому поводу надо четко сказать, что углубление русла на ограниченном участке реки не может привести к заметному снижению уровня наводнения. Общеизвестно, что по законам гидравлики русловых потоков, уровни реки управляются её главным базисом (устьем реки). Уровень реки на отдельном участке управляется площадью сечения потока нижнего створа данного участка. Положительного эффекта от углубления русла получить нельзя, а отрицательный эффект – усиление карстового процесса, возникнет.

Необходимо объединить усилия ученых-карстоведов и строителей для правильного выбора вектора движения к карстовой безопасности. Соответственно, этот вектор должен включать в себя два направления: продолжение изучения карста с одной стороны и конструктивное усиление строительных объектов - с другой. Главные наработки в указанных направлениях должны закрепляться в общероссийских строительных нормах и правилах и территориальных строительных нормах. В этих нормах должны закрепляться и обязательные элементы карстового мониторинга, как например, наряду с бурением скважин должен быть предусмотрен обязательный комплекс гидрогеологических испытаний на скважинах и наблюдательных постах. А в области строительной конструкции наряду с уже рекомендованными железобетонными поясами по периметру зданий и высотными реперами не только по территориям, но и по углам каждого нового здания. Высотные отметки этих реперов должны быть изначально отмечены в паспортах на строение. Это в будущем поможет дифференцировать техногенные разрушения зданий от карстовых. Строителям надо уже теперь задуматься о применении для карстовых областей с повышенной опасностью использование монолитных армированных конструкций каркаса зданий и свай глубокого заложения в буровом исполнении. Все равно рано или поздно к этому придут, особенно, когда возникнет острая необходимость использования подземного аэрированного пространства. Небольшой объём статьи не позволяет подробно сказать о некоторых особенностях геоинъекционных работ. В этой области карстобезопасности также происходит игнорирование гидрогеологического подхода к изучению объекта. Ведется линейная работа по укреплению дорожного полотна методом нагнета-

ния в грунт цементного раствора под большим давлением. Грунтовый поток карстовых вод направлен прямо на эту дорогу. В результате работ будет создана подземная плотина (бараж по Д.В. Рыжикову, 1954). Что будет происходить в будущем? Стоит задуматься.

Туризм, отдых и лечение – проблемы социально-экономические, но имеющие и околокарстовое значение (Г.З. Фаинбург, 2003). Говорится и пишется о туризме много, но не так много делается. Серьёзное бюджетонаполняющее значение туризм может получить лишь при условии превращения Кунгура в курортный город. Такие предпосылки у нас есть. Ещё в советское время «Уралгеоминводом» в городе была проведена предварительная разведка минеральных вод для бальнеолечения. Получены положительные результаты. На предыдущей конференции, посвященной 300-летию туристической деятельности, несколько докладов было посвящено радону в нашей пещере. Но упор был сделан в сторону опасности этого газа, а не в сторону использования его в лечебных целях. Жаль, что место для физкультурно-оздоровительного комплекса выбрано не в восточной части города, в месте более карстобезопасном и более посещаемом туристами.

Ещё об одной околокарстовой нерешенности надо сказать. В настоящее время инженерно-геологическая часть генерального плана застройки Кунгура не доступна обычному человеку. Как быть потенциальному инвестору или частному покупателю участка земли. Брать «кота в мешке»? Земля стала товаром, а всякий товар снабжается техническим паспортом или сертификатом. На всякий товар дается определенная гарантия. Инженерно-геологическая характеристика участков селитебной земли и служит таким паспортом. Паспорт должен быть доступен всем. Поэтому я думаю, что эти материалы должны храниться в бумажном или электронном виде не только в архитектурном отделе городской администрации, но и в городской библиотеке.

А в заключение хотелось бы пометчать, что когда-нибудь над самым большим гротом Кунгурской Ледяной пещеры по новым технологиям, на свайно-буровом основании будет построено карстобезопасное монолитно-армированное лабораторное здание Стационара. Тогда действительно перестанут бояться карста и не будут «бегать» от него.

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ КАРСТА В КУНГУРСКОМ РАЙОНЕ (НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ЗУЯТА-ЗАРУБИНО)

Н.В. Лаврова

Горный институт УрО РАН, Кунгурская лаборатория-стационар



Рис. 1. Структурная карта поверхности иренского горизонта в районе с. Зюята-Заспалово

Согласно указаниям по инженерно-геологическим обследованиям при изысканиях автомобильных дорог инженерно-геологической съемкой должна быть охвачена не только полоса вдоль линии трассы (200 м), с видимыми признаками развития карста, но и прилегающая территория шириною до 1 км. В районах развития сульфатного карста необходимо учитывать относительно высокую скорость процесса растворения (несколько лет или десятилетий), соизмеримую со сроком службы сооружений. В связи с этим требуется изучение не только существующих карстовых форм, но также условий и скорости растворения пород.

Автомобильная дорога Кунгур-Насадка от с. Зюята до долины р. Мечки проходит по пятой надпойменной террасе р. Сылвы, абс. отм. 160-180 м. Вдоль дороги, начиная от южной окраины д. Обухово, проходят глубоко врезанные, разветвленные верховья лога Дикого. К северу от д. Заспалово начинается плавный спуск к долине р. Мечка, абс. отм. 115-125 м (рис. 1). Река Мечка, правый приток р. Сылва, начинается из крупных карстовых источников.

Широкая речная долина на всем протяжении врезана в сульфатные породы. Формирование обширной речной долины происходило, в основном, вследствие карста, опережающего глубинную и боковую эрозию. Дно долины образовано первой надпойменной террасой. На склонах можно видеть уступы второй (аккумулятивной) и третьей (цокольной) террас четвертичного возраста, врезанных в пятую плиоценовую террасу. Высота второй террасы составляет 12-15 м над уровнями рек, третья терраса с размытой бровкой поднимается до 30 м и пятая до 70-75 м.

С обеих сторон от долины р. Мечка отходят лога-суходолы. На склонах долин часто встречаются выходы гипсов. В логу Каменка к северу от д. Зарубино имеются три пещеры, крупнейшая из которых имеет протяжение 0,35 км.

По результатам бурения структурно-поисковых скважин для района исследований построена карта структурной поверхности иренского горизонта, а также геологические разрезы, которые дают представление о строении участка работ (рис. 1-2).

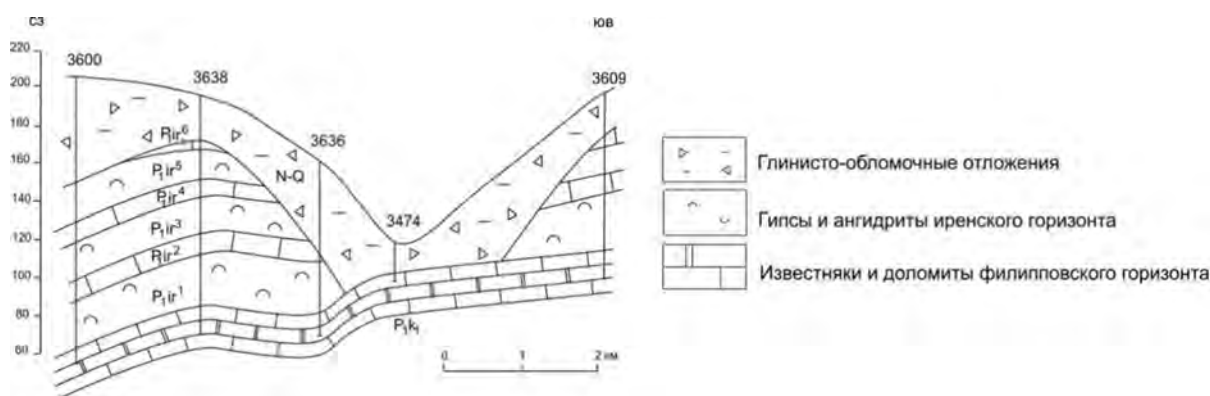


Рис. 2. Геологический разрез по линии В-В

Поверхность сульфатных пород повсеместно нарушена в результате процессов выветривания. Абсолютные отметки сульфатных отложений уменьшаются с северо-запада на юго-восток от 180 до 110 м и с юго-востока на северо-запад к долине реки. Здесь гипсово-ангидритовые отложения из разреза полностью исчезают. Р. Мечка сформировала свое русло в карбонатных породах филипповского горизонта. Таким образом, на отрезке дороги от с. Зуята до д. Заспалово прослеживается поднятие. Поступление поверхностных и речных вод в карстующиеся породы по образовавшимся при деформации трещинам вглубь массива способствовало образованию пустот.

Подавляющее большинство скважин, пробуренных в районе исследований, вскрывают карбонатные пачки иренского горизонта. Присутствие в разрезе на разных глубинах неволинской, елкинской и туюнской пачек определяет особенности развития карстового процесса.

Сульфатные породы повсеместно перекрыты толщей рыхлых отложений до 20-50 м и более. Аллювиальные песчано-гравийно-глинистые отложения четвертичного (на I-III) и плиоценового возраста (на V) террасах подстилаются крупнообломочными карстово-обвальными отложениями. Обломочный материал сложен карбонатными, а в нижней части толщи также сульфатными породами и образовался за счет обрушения пластов над карстовыми полостями в ангидритах. Заполнитель между обломками представлен пылеватым материалом. Карстово-обвальное отложения характеризуются неоднородным составом. Землистый материал легко подвергается размоканию и суффозионному выносу, в результате чего на поверхности образуются провалы и просадки.

Согласно районированию Горбуновой К.А. (1992) территория участка автодороги Кунгур-Насадка вблизи д. Заспалово, д. Обухово и с. Зуята расположена в южной части Нижнесылвинского района гипсового и карбонатно-гипсового карста. Карст проявляется преимущественно в гипсах и частично в карбонатных породах иренского горизонта. Он относится к задержанному подэлювиальному.

О длительности, цикличности карстового процесса свидетельствуют поверхностные карстовые формы: карстово-эрозионные лога, слабовыраженные блюдцеобразные понижения, карстовые воронки, а также свежие малые по размерам провальные впадины.

Распространение и характер карстовых явлений на обследованной территории различаются в зависимости не только от литологического состава горных пород, но и рельефа местности.

Область распространения сульфатных отложений иренского горизонта выделяется количеством и разнообразием подземных и поверхностных карстовых форм. Основным элементом карстового рельефа являются воронки, средняя плотность которых по данным геоморфологической съемки, проведенной Лукиным В.С. и др. в 1956 г., составляет от 10 до 50 на км². Карстовые впадины в области гипсо-ангидритовых отложений отличаются часто грандиозными размерами (до 100 м и более в поперечном сечении при глубине до 10-20 м). Отмечается большое количество карстовых озер и заболоченных впадин.

Часть дороги с. Зуята - д. Заспалово, проходящая по пятой надпойменной террасе, относится к области, где количество воронок составляет от 10 до 50 на км². На склоне долины р. Мечки до с. Заспалово количество воронок возрастает до 100 на км².

Распространение поверхностных форм увеличивается на крутых склонах и вдоль их подножий и резко уменьшается на пологих склонах. Плотность карстовых воронок больше на древних террасах и меньше на молодых. В распространении провалов в целом для района отмечается иная закономерность: в пределах молодых террас, на дне долин, количество провалов оказывается больше, нежели на поверхностях древних террас.

В результате длительного развития карста и провалов сульфатные породы на дне долины р. Мечка, а также в логу Диком оказались полностью разрушенными и замещенными глинисто-обломочными породами. Именно поэтому на 1 надпойменной террасе в долине р. Мечка карстовые впадины отсутствуют. На мысообразном выступе III террасы, где расположилась д. Заспалово, сульфатные породы скважиной, заданной в юго-восточной части деревни, не были обнаружены. Видимо, гипсы сохранились здесь в виде небольших останцов и глыб. На склоне V террасы, где прослеживаются старые карстовые впадины и наблюдались провалы, сохранилась нижняя часть иренского горизонта. Ниже по р. Мечка гипсы и ангидриты обнажаются на земной поверхности в скальных выходах.

Провалы являются характерным явлением в области гипсо-ангидритовых отложений кунгурского яруса, распространенных в Кунгурском районе. По данным многолетних наблюдений (1949-2013 гг.) Кунгурской лаборатории-стационара на обследованной территории ежегодно появляется один провал в среднем на площади 10 км².

Большой интерес представляет распределение провалов в пределах обследованной территории и приуроченность их к тем или иным элементам рельефа. Рассматривая геоморфологическую карту Кунгурского района с нанесенными провалами, можно отметить, что большей частью они располагаются по склонам речных долин и логов. Половина всех провалов относится к поверхности террас и столько же к склонам, хотя последние занимают значительно меньшую площадь.

Карстовые впадины в долине р. Мечка и суходолов, а также на водораздельных участках имеет провальное происхождение. Большинство провалов имеет небольшие размеры (до 2-3 м в поперечнике). Реже наблюдаются провалы до 10 м и более. Часть провалов возникла на дне старых карстовых впадин, например, провал 1974 г. в северной части д. Заспалово.

В сентябре 2011 г. в 200 м к северу от деревни Обухово зафиксирован провал (№215). Форма в плане круглая, в разрезе грушевидная в поперечнике 1 м, глубина 8,5 м. Провал расположен на линии ранее образовавшихся воронок к юго-западу и северо-востоку, поперечник до 15 м, глубина 5-10 м. Цепочка воронок является продолжением тальвега лога, выходящего перпендикулярно к р. Сылва. В настоящее время засыпан.

С февраля 2013 г. наблюдается провал у обочины дороги в 50 м к северу от отворота в д. Заспалово. Форма в плане круглая, в разрезе наклонная; поперечник 0,4 м, глубина 5 м. Образование провала связано с зарегулированным стоком поверхностных вод непосредственно в грунт в месте нарушения целостности асфальтового полотна, покрывающего кювет дороги.

Увлажнение рыхлого заполнителя привело к его перемещению в крупноглыбовом горизонте. В настоящее время рядом с зафиксированным провалом отмечается еще одна впадина, образование которой связано с перемещением выше по склону места поглощения поверхностных вод.

В июле 2013 г. обнаружен провал в 250 м к востоку от дороги на водораздельной части между дд. Зарубино и Заспалово. Форма в плане округлая, в разрезе цилиндрическая. Поперечник 2,5 м, глубина 2,1 м., в разрезе суглинок. Провал находится за пределами района, необходимого для исследования. Геологические условия, в которых образован провал, сходны вдоль всей полосы дороги, поэтому он включен в количественные характеристики района.

В полосе трассы длиной 10 км и шириной до 250 м проведена геоморфологическая и карстологическая съемки. Обследован карст на площади 11000 м². Зафиксированы следующие формы проявления карста - воронки 37, просадки 5, карстово-эрозионные лога – 10. Плотность карстовых форм на отдельных участках достигает 45 на 1 км². Преобладают воронки диаметром от 3 до 15 м. Часть воронок (7 шт.) заполнена или заболочена.

Карстовые впадины в полосе трассы распространены неравномерно. Наиболее значительные скопления воронок наблюдаются на районе 28 км между с. Зуята и д. Обухово, 27 км – между д. Обухово и Трактовая, 24 км – отворот на д. Курманаево, 20 км – краевые части высокой V террасы в долине р. Мечки.

Наряду со старыми карстовыми впадинами, существующими в течение сотен и тысяч лет, в обследованном районе встретились свежие провалы, появившихся в последние десятилетия, в т.ч. в условиях залесенной местности.

Согласно ТСН 11-301-2004 район исследований относится ко II–В категории устойчивости относительно карстовых провалов (частота провалов свыше 0,1 до 1,0 в год на 1км², величина провалов 3–10 м в поперечнике). При техногенной нагрузке возможны провалы большего диаметра и глубины.

По результатам анализа полевых исследований и имеющихся материалов район исследования можно разделить на три категории по карстоопасности (рис. 3, табл.1):



Рис. 3. Карта инженерно-геологических условий в районе автодороги с. Зуята-Заспалово.

Неустойчивые Н/У – плотность карстовых форм до 40 шт/км². На участке фиксируются кроме старых воронок «ожившие» карстовые формы, провалы, образовавшиеся за последние три года, участки находятся в зоне влияния карстово-эрозионных логов.

Потенциально опасные П/О – плотность карстовых форм 5-10 шт/км². Участки находятся в зоне влияния «оживших» карстовых форм или на линии продолжения развивающихся в настоящее время карстово-эрозионных логов.

Относительно устойчивые О/У – плотность карстовых форм составляет 0-3 шт/км². Геологическое строение предполагает образование провалов. Поверхностные карстовые формы на прилегающей территории отсутствуют.

Неустойчивые участки. Участок 28 750 – 25 750 (с. Зуята – д. Трактовая). Дорога проходит в полосе распространения карстующихся карбонатно-сульфатных пород. Карбонатные породы туйской пачки мощностью 10-15 м, которая фиксируется в обнажениях и буровых скважинах в окрестности села, бронируют легкорастворимые сульфатные породы. Существует большая вероятность, что полости, образовавшиеся в более древние карстовые эпохи, в настоящее время расширяются за счет действия карстовых вод,

имеющих тесную связь с р. Сылвой, протекающей на расстоянии 270-280 м от дороги. Свидетельством тому служат многочисленные карстово-эрозионные овраги, формирующиеся в узкой полосе между рекой и дорогой. На участке протяженностью 3 км зафиксировано 23 карстовых воронок, в т.ч. заполненные водой 6, один провал, три просадки, 6 фрагментов логов.

Таблица 1

Зоны карстоопасности на участке автодороги Зуята-Заспалово

№ участка	Границы участка, м	Протяженность участка, м	Категория карстоопасности	Количество карстовых форм, шт.
1	28 750 – 25 750	3 000	Н/У	32
2	25 750 – 25 400	350	О/У	3
3	25 400 – 24 600	800	Н/О	5
4	24 600 – 23 500	1 100	О/У	3
5	23 500 – 22 900	600	П/О	6
6	22 900 – 22 200	700	О/У	0
7	22 200 – 21 900	300	П/О	5
8	21 900 – 21 000	900	О/У	3
9	21 000 – 20 400	600	Н/У	6

Участок 25 400 – 24 600. Геологический разрез данного участка аналогичен предыдущему. Несмотря на большую удаленность от р. Сылвы 2,5 км, здесь зафиксированы 3 карстовые воронки и две просадки на дорожном полотне. Участок приурочен к одному из отвершков Дикого лога – зоне разрушающего действия стекающих в него временных водотоков.

Участок 21 000 – 20 400. Геологическое строение отличается от двух предыдущих. Здесь карбонатно-сульфатные породы большей частью разрушены, но полностью исключить их присутствие в разрезе нельзя. Образование провалов здесь обусловлено карстово-суффозионными процессами, развивающимися в крупноглыбовом горизонте в результате перемещения рыхлого материала при его увлажнении. Количество зафиксированных карстовых воронок 6 шт, в т.ч. провал 1.

Потенциально опасные участки. Участки 23 500 – 22 900 и 22 200 – 21 900. Зафиксировано (соответственно) 5 и 6 карстовых воронок. Большая вероятность провалов обусловлена геологическим строением аналогичным на неустойчивых участках и непосредственной близостью отвершков лога Дикого, по тальвегам которого осуществляется сток поверхностных вод и происходит разрушение вмещающих пород.

В условиях активного развития карстовых и карстово-суффозионных процессов, происходящих по трассе автодороги, необходим авторский надзор за поверхностными карстовыми формами для обнаружения новых или «оживших» старых карстовых форм за пределами трассы с целью принятия оперативных решений. Оценка опасности развития карстового процесса на детальном (объектном) уровне является экспертным научным обеспечением деятельности органов местного самоуправления по защите объектов гражданского строительства.

Литература

1. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. – 200 с.
2. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов / Госстрой России. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 2000. – 197 с.
3. ТСН 11-301-2004. Инженерно-геологические изыскания на закарстованных территориях Пермской области. – Пермь, 2005. – 120 с.

ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА НА КАРСТООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

А.Г. Ярославцев, А.А. Жикин, И.Ю. Герасимова

614007, г. Пермь, ул. Сибирская 78-а, ГИ УрО РАН

Опыт геофизических исследований на карстоопасных территориях, накопленный в ГИ УрО РАН, позволяет рассматривать современные технологии инженерной сейсморазведки как наиболее информативно выгодные. Несмотря на удорожание общей стоимости инженерно-геологических изысканий, комплекс прямых методов и сейсморазведки ОГТ оказывается наиболее эффективным при оперативном прогнозе пространственных закономерностей распределения структурных и физических параметров породного массива, подверженного влиянию карстовых процессов. Кроме функции локализации карстовых полостей в пределах урбанизированных территорий, возможно решение других типов задач, как связанных с обеспечением безопасности жизнедеятельности, так и чисто научных (изучение карстовых пещер и поиск археологических артефактов).

Кроме объективных геологических предпосылок в пределах большинства крупных градопромышленных агломераций Пермского края отмечается интенсификация карстовых процессов за счет интенсивного техногенного влияния. К наиболее существенным техногенным факторам, можно отнести: утечки из разного рода коммуникаций, нарушения гидрогеологического режима за счет строительства шахт и изменения естественного положения водоемов. При этом наиболее опасные локальные проявления интенсификации карстообразования – катастрофические провалы земной поверхности (рис. 1), в конечном счете, определяются естественными инженерно-геологическими условиями.



Рис. 1. Карстово-суффозионный провал в пределах г. Березники

Задач возможно только при использовании разнородных геофизических полей. В связи с этим, для полномасштабного исследования карстовых процессов принято использовать комплекс следующих геофизических методов: сейсморазведка, электроразведка, многоканальная акустика, радиолокация [1].

Несмотря на существенные различия сейсмогеологических условий в тех или иных карстоопасных районах основные факторы выбора оптимальных параметров методик наблюдений и аппаратуры достаточно стандартизированы [3] и базируются на известных принципах. Максимальное удаление пункта возбуждения (ПВ) от пункта приема (ПП) сравнимо или меньше глубины нижней целевой границы. Минимальное удаление ПВ от ПП не превышает глубины верхней целевой границы. Шаг между ПП больше радиуса корреляции случайных шумов, но меньше $1/2$ длины волны (λ). При этом следует учитывать предельные размеры поисковых объектов $r = d_{\phi}/2$, где d_{ϕ} – диаметр первой зоны Френеля. Для получения идентифицируемых отражений необходимы как минимум четыре точки ОГТ в пределах d_{ϕ} . Шаг между ПВ обычно

Изучение подобных территорий, наряду со структурными построениями и определением прочностных свойств геологического массива, требует выявления направлений и местоположения современных подземных водных потоков и учета всей совокупности антропогенного влияния на геологическую среду. Кроме того, в пределах карстоопасных территорий к моменту исследований уже действует режим ЧС и необходима структурно-формационная оценка состояния фундаментов и оснований поверхностных инженерных сооружений – жилых домов, промышленных зданий, транспортных коридоров. Решение такого круга инженерно-геологических

выбирается кратным шагом ПП и определяется кратностью наблюдений n . Аппаратурная составляющая к настоящему времени практически сравнялась с техническими возможностями нефтегазовой геофизики.

Наиболее полномасштабные, как в методическом, так и в территориальном плане, выкоразрешающие сейсморазведочные исследования карстовых разрезов выполнены на территории г. Кунгура (рис. 2). Основной задачей здесь являлось ранжирование выявленных особенностей сейсмических изображений по реальной карстовой опасности. Для этого результирующие сейсмогеологические модели напрямую использовались для геомеханических оценок устойчивости городской территории.



Рис. 2. Обзорная схема сейсморазведочных наблюдений в г. Кунгуре

Всего было выделено три типа карстовых форм (рис. 3), каждая из которых была заверена бурением.

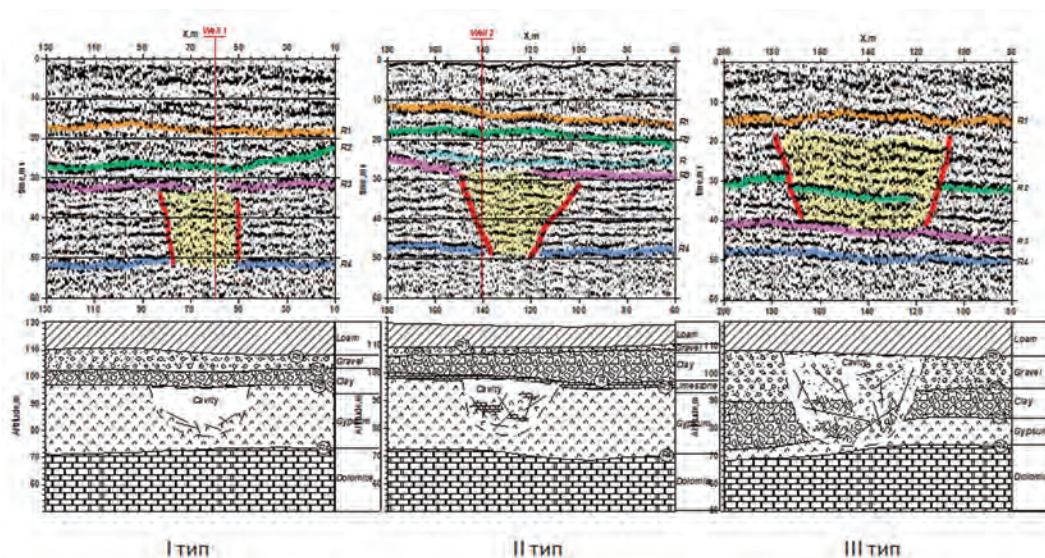


Рис. 3. Временные разрезы ОГТ и геологические модели форм карстовой нарушенности массива в пределах территории г. Кунгура

оружениями вычисляются в зависимости от назначения зданий, этажности, формы, конструктивных особенностей (материал и толщина стен, тип перекрытий), износа и грунтовых условий [6]. Конкретная реализация данного подхода выполнена применительно к центральной части г. Кунгура.

Процесс развития карста обобщенно может быть представлен в виде следующей последовательности: образование полости; достижение ей предельных размеров; обрушение кровли; заполнение полости разрушенными и вышележащими (пластичными и сыпучими) породами. В результате реализации этого процесса развиваются карстовые деформации двух типов - динамические (провалы) и статические (оседания). Очевидно, что тип карстовых деформаций, их количественные показатели будут определяться конкретными геологическими условиями залегания карстующихся пород, в первую очередь, – мощностью и глубиной. Перекрывающие породы также оказывают влияние на характер проявлений карстовых процессов. Однако, для конкретных территорий с целью упрощения схемы районирования они могут быть типизированы.

Районирование целесообразно проводить на основе оценки максимального возможного воздействия карста на поверхностные объекты. Оно имеет место при достижении карстовыми полостями наибольших размеров, которые, в конечном счете, определяются геологическими условиями залегания карстующихся пород. Одним из основных этапов районирования закарстованных территорий по степени карстоопасности является оценка предельных устойчивых размеров полостей в конкретных геологических условиях.

Деформации динамического типа (провалы) реализуются при «выходе» карста на земную поверхность вследствие заполнения полости вмещающими породами. В противном случае имеют место статические деформации в виде оседаний.

Другим наиболее важным практическим приложением инженерной сейсморазведки на современном этапе ее развития является сейсмоакустический контроль различных видов неоднородностей в фундаментах и основаниях действующих сооружений. Актуальность подобных исследований обусловлена их непосредственной направленностью на обеспечении безопасности жизнедеятельности человека. Особое значение эти исследования имеют в пределах различных промышленных территорий Пермского края, подверженных активным природно-техногенным геодинамическим процессам.

К наиболее ответственным объектам можно отнести транспортные коридоры, прокладываемые по территориям с подповерхностными пустотами различного происхождения (подрабатываемые территории в зонах шахтного строительства, территории с карстовыми процессами).

На подобных территориях, как правило, проводятся противокарстовые мероприятия. В большинстве случаев на этапе эксплуатации ответственных сооружений они заключаются в цементном тампонаже нарушенных интервалов разреза. Проектирование необходимых объемов инъекционных растворов и контроль качества тампонажа осуществляется в основном по данным бурения. При этом площадная дискретность скважинных данных и их высокая стоимость не позволяет в достаточном объеме эффективно осуществлять подобный контроль. В таких случаях наиболее информативными оказываются сейсмоакустические методы [2]. Они позволяют не только выделить структурные элементы породного массива, но и количественно оценить объемы его закрепленной и нарушенной части в масштабах соизмеримых с размерами всего сооружения.

Продемонстрируем элементы сейсморазведочного контроля противокарстовой защиты на конкретном примере.

Поводом для проведения исследований на пикете 1520 СЖД Кунгурской дистанции пути в районе п. Шадейка послужили деформации железнодорожной насыпи и множественные поверхностные карстопроявления. Несмотря на проведенный тампонаж закарстованных областей породного массива, предполагаемых по данным прямых методов, признаки активного подповерхностного образования пустот сохранились. Таким образом, основной целью сейсморазведки, было выявление подземных полостей в пределах участка дороги с поверхностными формами.

Сейсмические исследования выполнены по методике невзрывной малоглубинной сейсморазведки высокого разрешения с использованием интерференционной системы наблюдений по общей глубинной точке (рис. 5). Параметры системы наблюдений соответствовали исследуемому интервалу глубин и размерам предполагаемых неоднородностей. Регистрация сейсмических колебаний осуществлялась с помощью цифровой компьютеризированной сейсмостанции IS-128, шаг дискретизации 0.1 мс.

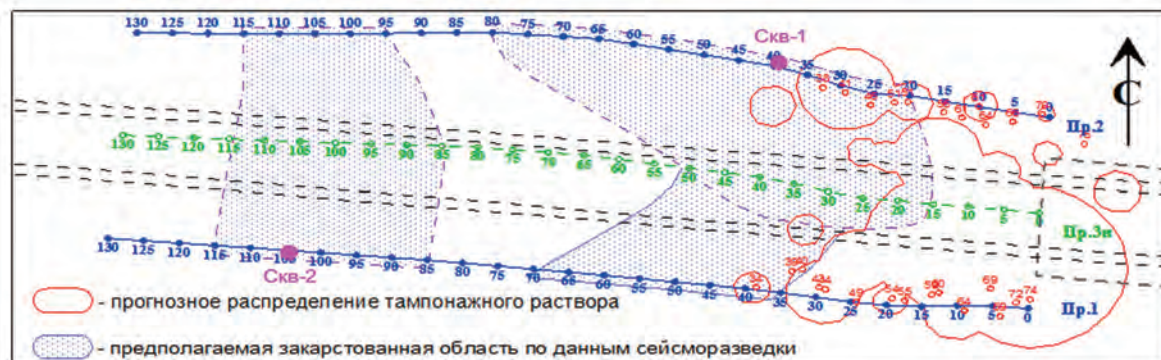


Рис. 5. Обзорная схема сейсморазведочных исследований

Основные результаты проведенных сейсморазведочных исследований сводятся к следующему.

В интервале исследований до глубин в 50 м выделено четыре отражающих горизонта. Все отражающие горизонты находятся в пределах карстующихся нижнепермских отложений: Sh-кровля шалашнинской сульфатной пачки, Nev-кровля неволинской карбонатной пачки, Lp-кровля людяно-пещерской сульфатной пачки, Phil- условная кровля филипповских доломитов. Первый отражающий горизонт отмечен на глубине 10-15 м, второй на глубине 20-25 м, третий на глубине около 36-40 м, четвертый на глубине 50-55 м.

По особенностям волновой картины (рис. 6) ее амплитудной и скоростной характеристик в различных интервалах геологического разреза (0-50 м) по всем профильным линиям выделяются локальные участки. Они характеризуются нарушенной регулярностью волновой картины, пониженными значениями амплитуд и скоростей. Данные изменения перечисленных сейсморазведочных параметров обычно являются признаками нарушений в структуре геологического разреза, которые в данном случае вероятней всего вызваны карстовыми процессами [5].

Участки, выделенные на профилях, можно объединить в виде «полос» аномалий волнового поля, проходящих под полотном железной дороги. Данные аномалии нанесены на схемы интервальных скоростей (рис. 7) для тех интервалов, в которых они установлены. Их положение согласуется с пространственными закономерностями в рельефе отражающих

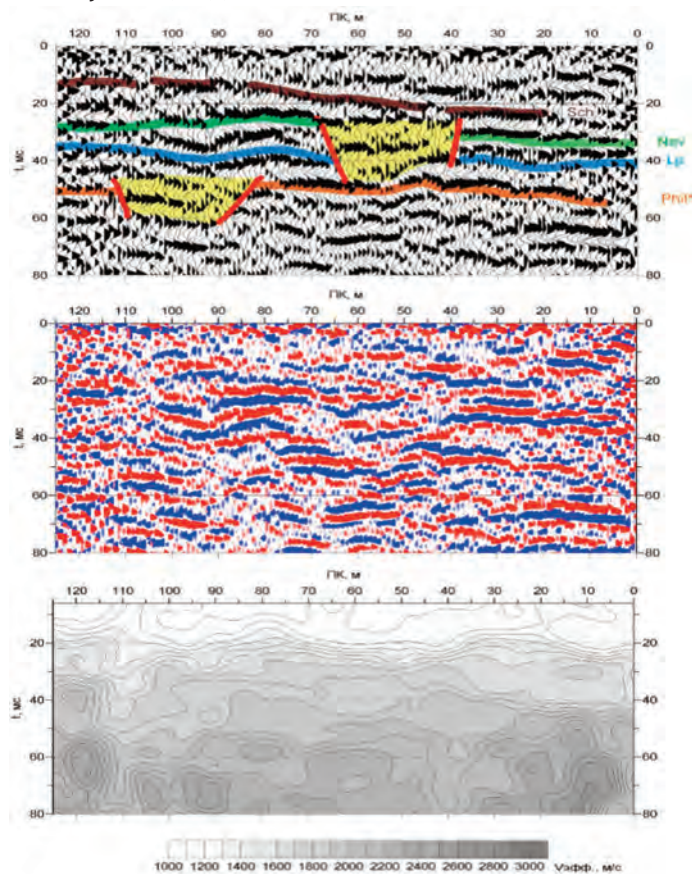


Рис. 6. Пример результатов обработки

границ. Разуплотнение отложений, выражающееся в уменьшении значений скоростей упругих волн, отмечается в пределах всех выделенных зон волновых аномалий. Следует отметить, что разуплотнение в пределах отдельных участков выделенных зон носит сквозной характер, т.е. отмечается для всех исследуемых интервалов – от поверхности земли до подошвы ледяно-пещерской пачки.

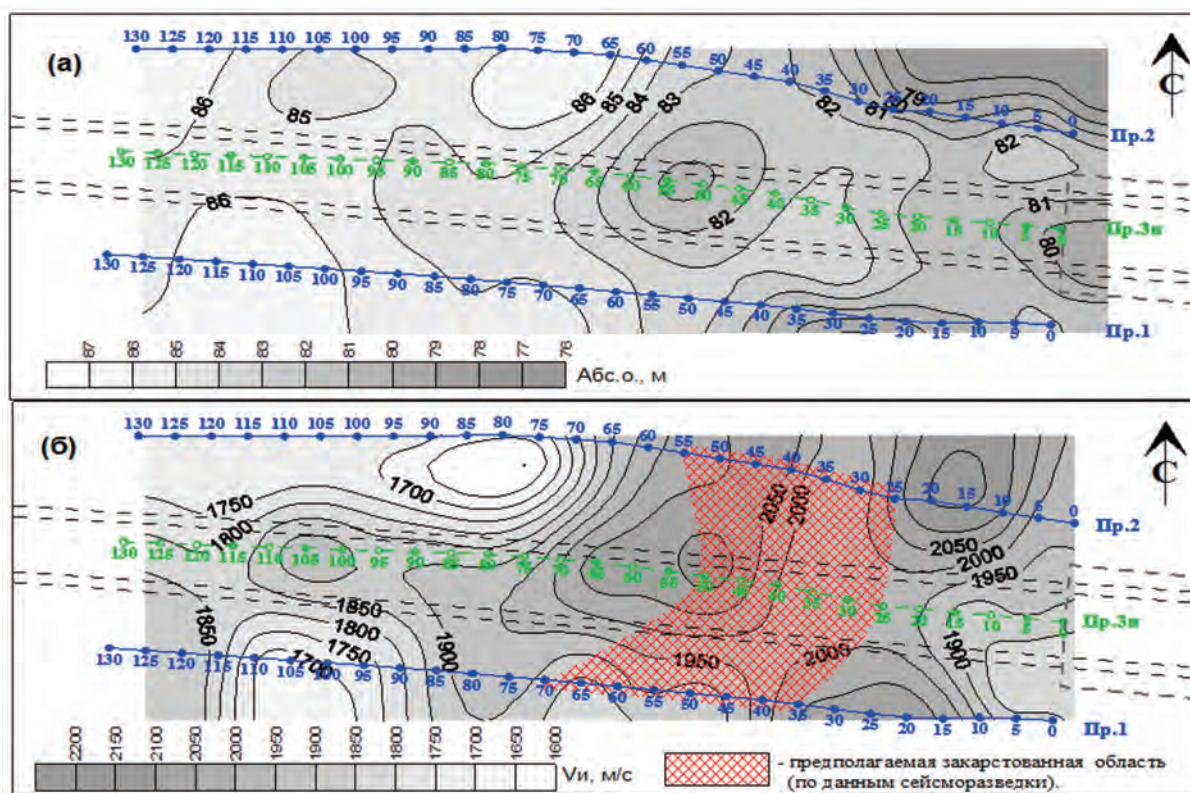


Рис. 7. Площадные построения: а – структурная схема ОГ Sch, б – схема скоростей в интервале Sch-Nev и результаты качественной интерпретации

Таким образом, в пределах зон с предполагаемой по особенностям волновой картины карстогенной нарушенностью, отмечается: 1) разуплотнение отложений, как карстующихся, так и перекрывающих их, 2) наличие форм подземного рельефа выступающих относительными водоупорами неволинских карбонатов и филипповских доломитов, благоприятных для гидрогеологического развития карстовых процессов. Сочетание всех отмеченных факторов и интенсивность их проявления позволяет выделить восточную часть района работ, как наиболее карстоопасную, а западную, как потенциально опасную.

Сопоставление результатов сейсморазведочных исследований с данными заверочного бурения и прогнозными результатами проведенной ранее противокарстовой защиты показало, что последняя выполнена в недостаточных объемах или частично разрушена. Даже в самом оптимистичном варианте, распределения объемов тампонажного раствора в массиве может быть не достаточно для предотвращения деформаций земной поверхности в результате продолжающихся карстовых процессов.

Представленные результаты показывают, что высокоразрешающие сейсморазведочные технологии на современном этапе позволяют производить квазинепрерывную разведку массива с точностью до первых десятков сантиметров.

Наиболее эффективным в условиях быстроменяющейся геодинамической обстановки характерной для градопромышленных агломераций является многократное повторение наблюдений, которое позволяют не только локализовать карстовые полости и контролировать качество противокарстовых мероприятий, но и прогнозировать развитие локальных катастрофических ситуаций.

Кроме представленных результатов за рамками остался достаточно большой круг актуальных задач решаемых на карстоопасных территориях с использованием инженерной сейсморазведки на отраженных волнах. В частности: прогноз карстовых образования в теле техногенных соляных накоплений (солеотвалов), мониторинг развития и засыпки карстово-суффозионных провалов в пределах затопленного рудника (рис. 8) на Верхнекамском месторождении калийных солей, выявление источников загрязнения пресных поверхностных и подземных вод на Кокуйском нефтяном месторождении, выявление затопленных ходов в Ординской пещере и другие.

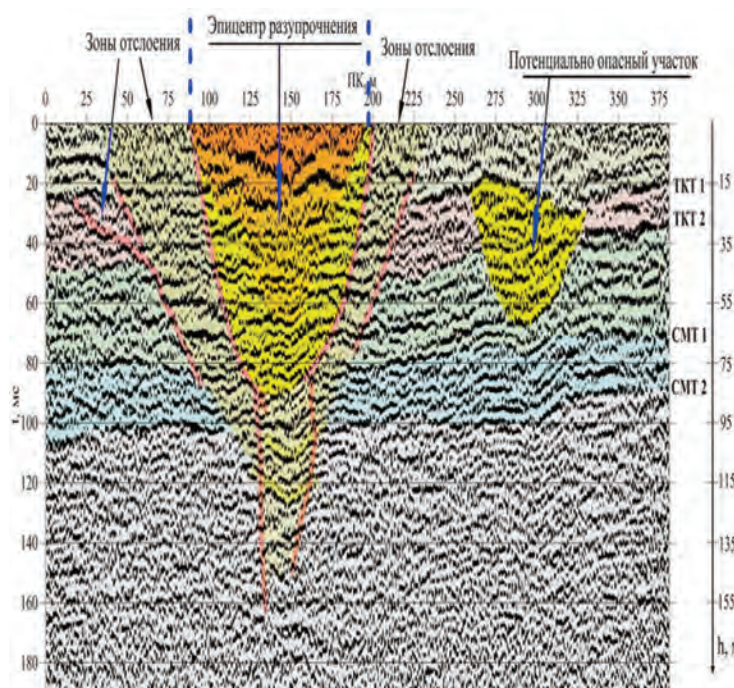


Рис. 8. Волновое поле после засыпки карстово-суффозионного провала в г. Березники

По совокупным результатам данных работ разработаны отдельные главы Методических рекомендаций по проведению инженерно-геологических изысканий на карстоопасных территориях (на примере Пермского края) [4].

Литература

1. Санфи́ров И.А., Степа́нов Ю.И., При́йма Г.Ю., Чу́гаев А.В., Яро́славцев А.Г. Комплекси́рование инженерно-геофизических методов при исследованиях фундаментов.
2. Санфи́ров И.А., Фа́тькин К.Б., Яро́славцев А.Г. Возможности сейсморазведочных исследований при обследовании зданий и сооружений на закарстованных территориях // Карстоведение – XXI век: теоретическое и практическое значение: Тезисы докладов международного симпозиума / Пермский ун-т. – Пермь, 2004. – С. 46-47.
3. Яро́славцев А.Г., Санфи́ров И.А. Опыт применения сейсморазведки ОГТ для решения инженерно-геологических задач / Геофизика № 3. 2004. – ЕАГО, 2004. – С. 27-30.
4. Методические рекомендации по проведению инженерно-геологических изысканий на карстоопасных территориях (на примере Пермского края). – М.: ГИ УрО РАН, ОАО «ПНИИИС», 2009. – 154 с.
5. Sanfirov I. Seismic wave images for different stages of the karst process development / Sanfirov I., Yaroslavtsev A., Babkin A., Prima G., Prigara A. // Extended abstracts book. EAGE 67th Conference and Exhibition. – Madrid, Spain, 2005.
6. Sanfirov I., Baryakh A., Yaroslavtsev A., Hronusov V., Devyatkov S. Geological and geomechanical estimation of karst danger for city area // Studia Geotechnica et Maechanica, Vol. XXXI, No. 1, 2009.

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ И ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЗА КАЧЕСТВОМ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ НАДЕЖНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ КАРСТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ НА УЧАСТКАХ С НЕУСТОЙЧИВОЙ И НЕДОСТАТОЧНО УСТОЙЧИВОЙ КАТЕГОРИЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНО КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ В МИКРОРАЙОНЕ «КОЛГУЕВСКИЙ» ГОРОД УФА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Р.Н. Абдуллина, А.Р. Гумерова
ЗАО «ЗапУралТисиз», г. Уфа, ул. Р.Зорге, 7

Введение. Одним из основных условий развития карстового процесса в Республике Башкортостан является широкое распространение легко-, среднерастворимых сульфатных и карбонатных пород (гипсы, ангидриты, известняки, доломиты и мергели). По составу карстующихся пород выделяются классы сульфатного, карбонатного и сульфатно-карбонатного карста, по степени перекрытости различаются подклассы закрытого, покрытого, перекрытого и голого карста.

Проблема строительного освоения закарстованных территорий является весьма актуальной в настоящее время. Несмотря на то, что карстовые явления существенно осложняют строительство, территории их распространения в наше время интенсивно осваиваются [1]. Для этого разработаны нормативные документы, позволяющие решить ряд проблем, таких как:

- методика и техника изысканий для различных видов строительства и типов сооружений на разных стадиях проектирования;
- прогноз карстоопасности;
- определение необходимости, характера и объёмов противокарстовой защиты;
- назначение параметров и проектирование противокарстовых мероприятий.

В данной статье приводятся методика и результаты выполнения инженерно-геологических и инженерно-геотехнических изысканий, выполненных ЗАО «ЗапУралТИСИЗ» для проектирования и строительства многоэтажного жилого дома литер 49 в микрорайоне «Колгуевский» Кировского района городского округа город Уфа Республики Башкортостан, расположенного на территории II категории – неустойчивой и III категории – недостаточно устойчивой по интенсивности образования карстовых провалов.

Первым этапом были выполнены инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания. По результатам инженерно-геологических изысканий было рекомендовано провести инженерную подготовку основания строящегося дома путем тампонажа полостей и разуплотненных дезинтегрированных зон, до глубины 23,0 м.

ООО «Георекон» на основании инженерно-геологических изысканий разработал проект укрепления грунтов, при выполнении которого должна быть предотвращена активизация карстово-суффозионного процесса в массиве основания и повышена крепость горных пород, кроме того, методом цементации устраняются просадочные свойства четвертичных суглинков (ИГЭ 1).

Проектом принято укрепление грунтов на глубину 12,4-20,9 м от нижнего уровня фундаментной плиты. В результате укрепительной цементации грунтов в зоне под подошвой фундаментов проектом предусмотрено обеспечение следующих признаков и показателей:

- полости и дезинтегрированные зоны заполнены и зацементированы, возможны лишь локальные трещины и каверны;
- сейсморазведочные аномалии по методу ВСП – слабые или отсутствуют;
- коэффициент фильтрации менее 5 м/сутки;
- зоны разуплотнения по ГГК-П – отсутствуют.

По завершению инженерной подготовки (укрепительной цементации) были выполнены инженерно-геотехнические изыскания для контроля качества укрепительной цементации грунтов.

Инженерно-геологические изыскания. Инженерно-геологические изыскания на объекте «Жилой дом № 49 в микрорайоне «Колгуевский» в Кировском районе городского округа

город Уфа Республики Башкортостан» выполнялись центром инженерно-геологических и инженерно-экологических работ ЗАО «ЗапУралТИСИЗ» по заданию МУП ИСК г. Уфы). Программа работ утверждена и согласована с Заказчиком.

Стадия проектирования – рабочая документация. Согласно техническому заданию Заказчика, на площадке проектируется 15-ти этажное 1-но секционное здание; бескаркасное, кирпичное, фундаменты – свайные или плитные, предполагаемая глубина погружения свай – 12,0 м, с техподпольем высотой 2,5 м.

Целевыми задачами инженерно-геологических изысканий являлось:

- изучение геологического строения, гидрогеологических условий площадки;
- определение физико-механических свойств грунтов в активной зоне взаимодействия проектируемого дома с геологической средой;
- оценка радиационной обстановки;
- зонирование площадки по степени карстовой опасности.

Для решения поставленных задач согласно СНиП 11-02-96, СП 11-105-97 и ТСН 302-50-95.РБ был выполнен комплекс инженерно-геологических и геофизических работ, включающий бурение скважин, опробование грунтов, скважинный каротаж (ГК, ГКК), вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП), лабораторные исследования, оценку радиационной обстановки, камеральная обработка полученных и архивных материалов.

Методика проведения работ. Планово-высотная разбивка и привязка выработок произведена инструментально с вынесением их на план масштаба 1:500. Всего 13 точек. Составлен каталог координат и высот скважин и точек зондирования.

Инженерно-геологическая рекогносцировка проводилась для визуальной оценки рельефа местности, с целью выявления внешних форм проявлений современных геологических и инженерно-геологических процессов, определения гидрогеологических, экологических условий. Рекогносцировка заключалась в прохождении маршрутов на участке изысканий и в радиусе до 250 м от него, общая протяженность маршрутов составила 1 км. Результаты обследования занесены в буровой журнал.

Буровые работы выполнялись с целью детального изучения геолого-литологического строения, выявления дезинтегрированных разуплотненных зон в толще закарстованного гипса и в надгипсовой тоще, изучения гидрогеологических условий, отбора проб грунта на лабораторные определения физико-механических свойств, а также для проведения скважинных геофизических работ.

Для этого было пробурено 7 скважин глубиной 23,0-33,3 м, из них 4 скважины – технические с отбором монолитов грунта. Общий метраж бурения составил 201,3 м.

В процессе бурения велась тщательная документация керна с определением процента его выхода и фиксированием степени поглощения промывочной жидкости. Особое внимание при документации уделялось физическому состоянию пород надгипсовой толщи и гипсов (степени трещиноватости, выветрелости и закарстованности).

Бурение скважин осуществлялось установкой УРБ-2А-2 с минимальной подачей промывочной технической жидкости, укороченными рейсами, диаметром 112-132 мм.

Из технических скважин отобраны монолиты и образцы для лабораторных исследований – определения физико-механических свойств грунтов.

По окончании полевых работ скважины ликвидированы в соответствии с “Правилами ликвидационного тампонажа скважин”, о чем составлен акт установленной формы.

Геофизические работы решали задачи по уточнению глубин залегания карстующихся гипсов, состава и состояния пород надгипсовой толщи, оценке физико-механических свойств пород в естественном залегании, анизотропии грунтов, детализации ранее выявленных экзотектонических нарушений. С целью решения поставленных задач, исходя из геологических условий и технических возможностей, применен метод вертикального сейсмического профилирования (ВСП) и комплекс каротажных исследований в скважинах.

Работы ВСП проведены в 5-ти скважинах согласно методике на двух типах волн: продольных Р и поперечных S. Пункты возбуждения находились крестообразно на расстоянии 10 м от оси скважины. Сейсмоприёмники располагались в скважине с интервалом 1 м. Регистрация

сейсмических колебаний проводилась на открытом канале с временным шагом дискретизации сейсмического сигнала 0,25 мс. Прием колебаний осуществлялся сейсмоприемниками марки DF-8.

Комплекс состоял из методов:

- гамма-каротажа (ГК) – с целью уточнения геолого-литологических границ в разрезах скважин;
- гамма-гамма каротажа (ГГК) – для определения плотности геолого-литологических разностей в разрезах скважин.

Масштаб регистрации естественной и наведенной радиоактивности – 1:100. Запись параметров производилась путем фоторегистрации на осциллограф каротажной станции СК-1-74. По диаграммам каротажа уточнялись геолого-литологические границы, оценивались состав и состояние пород разреза. Аппаратура: КУРА-1, зонд ГК заводского изготовления, ППГР-1.

Статическое зондирование грунтов выполнялось для уточнения пространственной изменчивости литологических разностей, приближенной количественной оценки физико-механических свойств грунтов и получения исходных данных для предварительного расчета свайного варианта фундаментов. Зондирование грунтов проводилось установкой С-832 по схеме «без стабилизации», со скоростью вдавливания зонда 1м/мин. Всего выполнено 7 точек зондирования. Глубина зондирования, определялась глубиной залегания кровли коренных пород труднопроницаемых для зонда (4,4-16,4 м).

Лабораторные исследования проводились в соответствии с действующими нормативными документами и ГОСТами. По всем монолитам, отобранным из скважин, выполнено определение физических свойств. Сдвиговые испытания выполнены методом консолидированного среза ступенями по 0,1 МПа с доведением нагрузки до 0,3 МПа.

Компрессионные испытания выполнены с целью выявления степени сжимаемости грунтов: по схеме «одной кривой» с доведением нагрузки до 0,3 МПа при природной влажности и при водонасыщении; для определения просадочных свойств грунтов выполнены компрессионные испытания по схеме «двух кривых».

Определение предела прочности полускальных и скальных грунтов проводилось при природной влажности и при водонасыщении.

Кроме того, выполнено определение степени агрессивного воздействия грунтов на конструкции из бетона, к стальным конструкциям и цветным металлам.

Камеральная обработка материалов проведена в соответствии с действующими НТД. В процессе камеральной обработки по данным бурения, геофизических работ, статического зондирования, лабораторных данных и архивных материалов составлены: текстовые приложения (таблицы ФМС грунтов по лабораторным исследованиям и результатам ВСП, каталог координат и высот выработок, журнал статического зондирования) и графические приложения (карта фактического материала, совмещенная с зонированием территории по степени карстовой опасности, карта фактического материала с выделением зон интенсивной закарстованности, инженерно-геологические разрезы, колонки скважин с результатами геофизических исследований, геосейсмический разрез.

Инженерно-геологические условия площадки. Участок изысканий находится в Кировском районе г. Уфы в юго-восточной части строящегося микрорайона «Колгуевский». Участок ранее был занят частным сектором.

В геоморфологическом отношении участок представляет сохранившийся фрагмент III надпойменной террасы в правобережной части долины р. Уфы. Севернее участка находится крупная карстовая депрессия и зона тылового шва коренного склона долины р. Уфы. Абсолютные отметки изменяются от 113,66 до 115,48 м (по устью выработок; рис. 1).

В геологическом строении участка до глубины 34,0 м (по данным бурения) участвуют четвертичная и пермская системы (рис. 2, 3).

Четвертичная система представлена аллювиально-делювиальными отложениями (adQ_{III}), перекрытыми техногенными грунтами (tQ_{IV}) мощностью 0,5-1,2м.

Аллювиально-делювиальные отложения сложены суглинком коричневым, светло-коричневым, твердой-полутвердой консистенции, прослоями тугопластичным. Суглинок макропористый, сильноизвестковистый (нитевидные прожилки, стяжения), с включениями дресвы и щебня карбонатных пород (до 25%), с черными углистыми включениями органических ве-

ществ, с черными примазками гидроокислов железа и марганца, с частыми прослойками и линзочками песка пылеватого, глинистого, маловлажного, мощностью до 5-7 см. Суглинок распространен в пределах проектируемой площадки повсеместно, на основной части площадки обладает просадочными свойствами. Мощность слоя изменяется от 4,0 до 12,8 м. По геофизическим параметрам суглинок выделяется невыдержанными значениями гамма-активности – 7-15 мкР/час и дифференцированными значениями плотности от 1,5 до 2,3 г/см³. На разброс параметров влияет состав и количество включений дресвы, щебня.

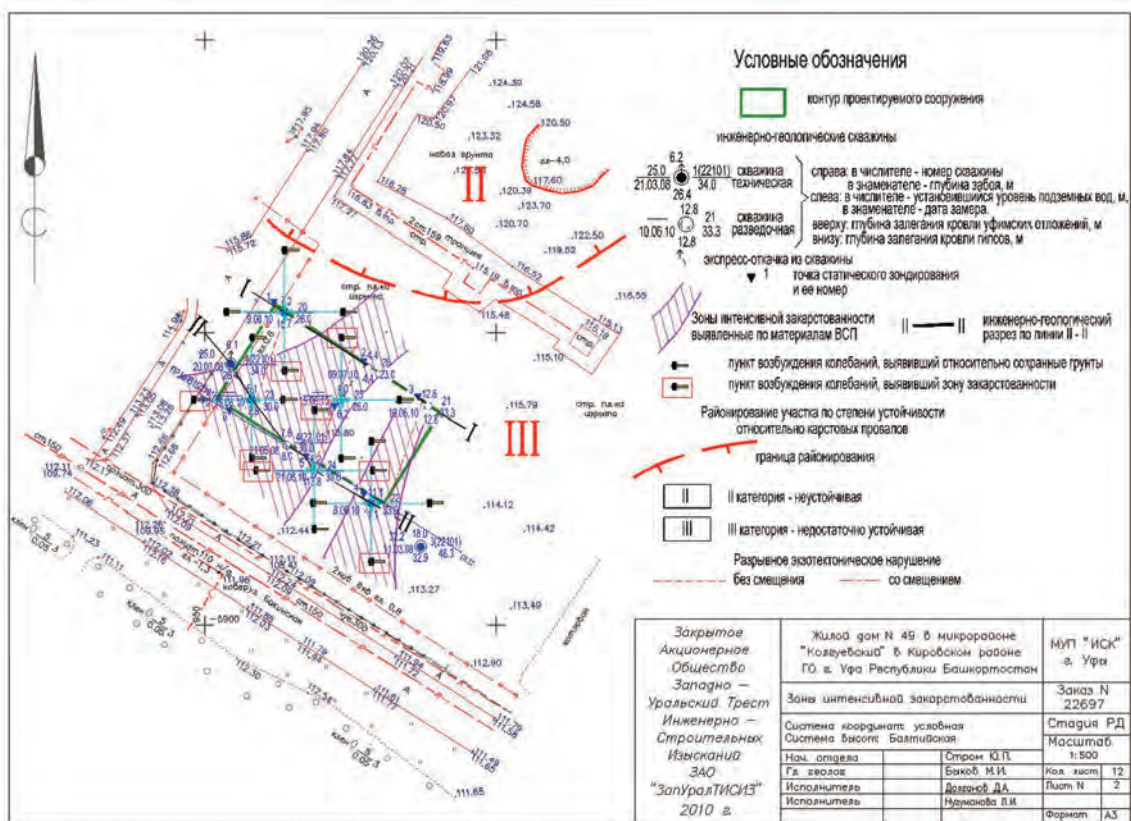


Рис. 1. Карта фактического материала участка изысканий

Пермская система (Р) представлена уфимским (Р_{2u}) и кунгурским (Р_{1k}) ярусами. Уфимский ярус, в свою очередь представлен соликамским горизонтом (Р_{2sl}).

Горизонт слагает нижнюю часть склона долины р. Уфы. В пределах исследуемой площадки имеет повсеместное распространение. Горизонт сложен выветрелым мергелем, глиной известковистой, гипсом с зонами дезинтегрированных пород, с заполненными полостями.

Мергель серый, светло-серый, с зеленоватым оттенком, различной степени выветрелости: от крепких разностей со щебнем и дресвой до 20%, до щебенисто-глинистого и глинистого состояния (глинистая составляющая полутвердая, линзами тугопластичная), охристый, с линзами и прослойками светло-серого известняка, сильновыветрелого (до 0,3 м), с прослойками и линзами зеленовато-серой глины, полутвердой, известковистой (до 1,0 м). Вскрытая мощность слоя составляет 5,4-18,6 м.

Гипс серый, светло-серый, белый, прослойками до полупрозрачного, массивный, скрытокристаллический, прослойками сахаровидный, прослойками крупнокристаллический, сильнотрещиноватый (неравномерно выветрелый), кавернозный (до 10%), с прослойками коричневой глины, полутвердой, загипсованной, мощностью до 0,5 м. Вскрытая мощность слоя составила 3,4-15,9 м.

Характерной особенностью рельефа гипсов соликамского горизонта является относительно близкое залегание к дневной поверхности (гребнеобразное поднятие) – район скважин №№ 4 (22101), 25, 26 на глубинах 8,0 м, 6,2 м и 4,4 м, что соответствует абсолютным отметкам 107,01-110,68 м.

Процессы осадконакопления и гидратации сформировали рельеф кровли соликамских и кунгурских гипсов. Рельеф неровный, с перепадами абсолютных отметок от 80,8 до 108,5 м. В западной части исследуемой территории отмечается поднятие до 10-20 м. Подъем кровли начинается в центральной части площадки к западу от скважины № 3.

Геосейсмический и геоэлектрический разрез (см. рис. 2, 3) отражает блочное строение участка изысканий. Выделенные основные линии тектонических нарушений со смещением до первых метров и без видимого смещения субмеридионального направления, прослеживаются в западной, центральной частях площадки. Открытые и заполненные (нередко ярусные) карстовые полости отмечаются как в центре поднятия, так и в краевых его частях.

Экотектонические нарушения отмечаются повсеместно в западной и восточной частях площадки изысканий. В западной части площадки эти нарушения развиты в районе скважин №№ 20 и 23.

Зоны экотектонических нарушений характеризуются сильной раздробленностью пород, наличием карстовых полостей и разуплотненных зон, как в породах соликамского горизонта, так и в иреньских гипсах. Изменение физического состояния пород при приближении к выявленным зонам, подтверждается разбросом геофизических параметров – УЭС; Rt; Vp и градиента ППР.

Ряд куполовидных поднятий прослеживается вдоль правобережного коренного склона долины р. Уфы. В пределах участка изысканий по данным бурения и наземных геофизических исследований выявлено одно такое поднятие в районе скважин №№ 4 и 24, 25 и 26. Экотектонические нарушения со смещением пластов пород пересекает площадку проектируемого строительства в районе скважин №№ 21, 23 и 1, без смещения – между скважинами №№ 20, 26, 4 и 24.

Зоны интенсивной закарстованности подтверждают пониженные значения наиболее информативного, в данных условиях, физико-механического параметра – коэффициента Пуассона (отношение продольного удлинения к поперечному сжатию), характеризующего механическую «жесткость» исследуемого объема пород практически всей площадки.

Свойства грунтов. Оценка физико-механических свойств пород в условиях их естественно-напряженного состояния в массиве проводилась методом вертикального сейсмического профилирования (ВСП) до глубины 21,0-33,0 м. Анализируя полученные результаты расчетов, можно отметить следующие особенности физического состояния пород.

Наиболее низкими упруго-деформационными свойствами обладают рыхлые образования четвертичного возраста: объемная плотность (δ_0) изменяется от 1,82 до 1,91 г/см³, динамический модуль деформации (E) от 9 до 22 МПа, сцепление (C) – 0,020-0,030 МПа, угол внутреннего трения (φ) – 28-29 град, коэффициент Пуассона – 0,32-0,36.

Упруго-деформационные и прочностные свойства пород соликамского горизонта, представленного мергелем, в околоскважинном пространстве скважин №№ 20, 23 и 24 имеют следующие характеристики: объемная плотность (δ_0) изменяется от 1,91 до 1,93 г/см³, динамический модуль деформации (E) от 14 до 19 МПа, сцепление (C) – 0,027-0,032 МПа, угол внутреннего трения (φ) – 29-30 град, коэффициент Пуассона – 0,29-0,36. Пониженные значения характеристик отмечены в интервалах дезинтегрированных пород (закарстованных зон), вскрытых скважинами №№ 24, 25.

Упруго-деформационные и прочностные свойств гипсов соликамского и иреньского горизонтов имеют несколько пониженные нехарактерные для таких пород значения (вследствие их трещиноватости и закарстованности): Vp – 0,269-0,369 км/с, плотность их составляет 2,05 г/см³, прочность при сжатии $\delta_{сж}$ – 2,7-3,1 МПа. Гипсы с такими характеристиками согласно [ГОСТ 25100-95] относятся к полускальным разностям.

На лабораторные исследования ФМС отбирались отдельные образцы (монолиты) грунта, залегающих до глубины 25,0 м, поэтому они характеризуют грунты точно.

На участке проектируемого строительства до глубины 34,0 м выделено 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ) и один подэлемент (за), распространение и мощности которых приводятся на инженерно-геологических разрезах:

- ИГЭ-1 – суглинок полутвердый, просадочный, четвертичный (adQ_{II});
- ИГЭ-2 – суглинок полутвердый, четвертичный (adQ_{II});
- ИГЭ-3 – мергель глинистый, соликамский (P_{2sl});

- ИГЭ-3а – глинистая составляющая дезинтегрированных зон и заполненных карстовых полостей;
- ИГЭ-4 – гипс пониженной прочности, уфимский (Р₂и).

Геологические процессы и зонирование территории по степени карстовой опасности.

Из опасных геологических процессов на участке изысканий развиты карст и суффозия. По составу карстующихся пород участок находится в пределах развития сульфатно-карбонатного карста, покрытого подкласса.

На данной площадке имеются все условия для активного развития карстово-суффозионного процесса:

- наличие в геолого-литологическом разрезе суффозионно-неустойчивых карбонатных пород (мергели с прослоями известняков, трещиноватых и выветрелых до глинистого состояния);
- легкорастворимых выветрелых и трещиноватых гипсов соликамского и кунгурского ярусов;
- наличие дезинтегрированных пород, карстовых полостей, заполненных глинисто-щебенистым материалом, располагающихся на разных глубинах, различных размеров как по вертикали, так и в плане;
- породы разреза на изученную глубину под всей площадкой дома имеют пониженные физико-механические характеристики по сравнению с относительно сохраненными разностями аналогичных пород в разрезе сопредельных территорий;
- наличие экзотектонических нарушений, выявленных настоящими и ранее выполненными изысканиями;
- близость тылового шва долины р. Уфы, который является зоной вертикально-нисходящего перетока поверхностных и подземных вод.

По данным ранее выполненных инженерно-геологических изысканий площадка проектируемого дома № 49 находится на территории, отнесенной к III категории – недостаточно устойчивой относительно карстовых провалов, что подтверждается бурением и геофизическими исследованиями.

Эта территория характеризуется следующими признаками: близким залеганием карстующихся пород от дневной поверхности (абс. отм. 107,01-110,68 м), наличием заполненных карстовых полостей (дезинтегрированные зоны) как в гипсовой, так и надгипсовой толще, сильной трещиноватостью карстующихся пород.

По совокупности полученных количественных показателей основных признаков, определяющих условия развития карста и степень устойчивости территории относительно карстовых провалов, в пределах участка изысканий подтверждается III категория устойчивости (недостаточно устойчивая). По степени карстовой опасности по площадке дома выделена зона III – А по следующим признакам:

- наличие карстовых полостей и разуплотненных зон в надгипсовой толще и гипсах (район скважин №№ 24, 25 и 26). Дезинтегрированная зона (ослабленная), заполненная суглинистым материалом с большим содержанием дресвы и щебня гипса – до 30% (4,0 -6,2 м) с гипсовой перемычкой (4,8-5,3 м), высотой 2,2 м вскрыта скважиной № 25 в соликамском горизонте. Разуплотненные зоны (0,9-2,0 м) вскрыты также скважиной № 24 (в интервалах 8,2-10,0 м, 10,9-11,8 м, 21,7-22,7 м) и скважиной № 26 (в интервалах 12,5-14,5 м, 17,0-17,9 м, 19,0-20,4 м), которые заполнены глинистым материалом с большим содержанием дресвы и щебня гипса (до 35%). Полости (высотой 0,3-0,7 м), в основном заполнены глиной коричневой, полутвердой-тугопластичной консистенции, загипсованной;

- наличием тектонических деформаций со смещением пластов пород в разрезе более 5,0 м.

В пределах зоны III – А капитальное строительство возможно только после инженерно-подготовки основания, то есть после тампонажа полостей и разуплотненных дезинтегрированных зон, до глубины 23,0 м на плитном или свайном фундаменте с монолитным ростверком.

При выборе свайного фундамента рекомендуются буронабивные ж/б сваи с погружением до глубины 18-25 м (в более сохраненные гипсы).

Инженерная подготовка площадки. На основании инженерно-геологических изысканий ООО «Георекон» был выбран плитный фундамент и разработан проект укрепления грунтов при выполнении которого должна быть предотвращена активизация карстово-суффозионного процесса в массиве основания и повышена крепость горных пород, кроме того, методом цементации устраняются просадочные свойства четвертичных суглинков (ИГЭ 1).

Проектом принято укрепление грунтов на глубину 12,4-20,9 м от нижнего уровня фундаментной плиты.

В результате укрепительной цементации грунтов в зоне под подошвой фундаментов проектом предусмотрено обеспечение следующих признаков и показателей:

- полости и дезентегрированные зоны заполнены и зацементированы, возможны лишь локальные трещины и каверны;
- сейсморазведочные аномалии по методу ВСП – слабые или отсутствуют;
- коэффициент фильтрации менее 5 м/сутки;
- зоны разуплотнения по ГГК – отсутствуют.

Инженерно-геотехнические изыскания. Инженерно-геотехнические изыскания на площадке проектируемого дома выполнялись после укрепительной цементации для контроля качества укрепительной цементации грунтов.

Категория сложности инженерно-геологических условий участка, согласно СП 11-105-97 прил. Б [2]– III (сложная).

Для решения целевой задачи, согласно НТД и программы на выполнение инженерно-геотехнических изысканий выполнен комплекс буровых, опытно-фильтрационных, геофизических работ в объеме, достаточном для получения признаков и показателей качества укрепительной цементации.

Методика проведения инженерно-геотехнических изысканий. *Буровые работы* выполнялись в соответствии с СП 11-105-97 пп. 5.6, 7.8 -7.11; ТСН-302-50-95 РБ для изучения геологического разреза, определения условий залегания грунтов, оценки качества укрепительной цементации грунтов их состава и состояния, отбора проб грунта, проведения геофизических и опытно-фильтрационных исследований в скважинах.

Согласно программе, согласованной с Заказчиком, на площадке пробурены 2 контрольные наклонные скважины глубиной по 30,0 м. Глубина скважин определялась максимальной глубиной укрепления грунтов 20,9 м от нижнего уровня фундаментной плиты (абс. отм. 91,5 м) с учетом наклона.

Бурение скважин осуществлялось буровой установкой УРБ-2А-2М колонковым способом, начальным Ø 159 мм с креплением обсадными трубами Ø 146 мм. В процессе бурения керн тщательно документировался, маркировался и в сокращенном виде укладывался в керновые ящики, особое внимание уделялось фиксации в грунтах тампонажного (цементного) раствора, также осуществлялся отбор проб грунта на лабораторные исследования, проводились опытно-фильтрационные работы (наливы воды в отдельные интервалы скважины).

По окончании полевых работ скважины затампонированы согласно “Правилам и требованиям по ликвидационному тампонажу скважин и горных выработок ...” в изыскательских подразделениях ЗАО “ЗапУралТИСИЗ”, о чем составлен акт установленной формы.

Геофизические работы выполнялись для оценки однородности массива пород, изменения его состояния в процессе цементации (контроль качества цементации).

С целью решения данных задач выполнен комплекс методов, содержащий:

- гамма-каротажа (ГК) – для уточнения геолого-литологических границ в разрезах скважин;
- гамма-гамма-каротажа (ГГК) – для дифференциации пород разреза по плотности.

Опытно-фильтрационные работы выполнялись с целью определения коэффициента фильтрации (степени водопроницаемости) грунтов после укрепительной цементации.

Для этого в 2-х скважинах были выполнены 9 «экспресс»-наливов воды в отдельный интервал скважин. Для выполнения налива опробуемый интервал скважины оборудовался фильтровой колонной Ø 127 мм длиной 4,0-5,0 м с глухим (закрытым) дном. Затем производился налив воды в скважину до определённого уровня. Постоянный уровень воды в скважине под-

держивался непрерывным подливом воды из емкости, при этом фиксировался объем налитой воды расходомером через определенный промежуток времени (1-10 мин). Опыт продолжался до стабилизации расхода воды.

Перед началом каждого налива выполнялась «прокачка» для удаления промывочной жидкости из скважины, раскольматации трещин и щелей фильтра.

Камеральная обработка. По данным бурения контрольных геотехнических скважин построены паспорта скважин с данными геофизических исследований (ГК, ГГК) и результатами наливов воды в отдельный интервал скважины. Расчет коэффициента фильтрации выполнялся по формуле В.М. Насберга.

По данным лабораторных исследований выполнен сравнительный анализ физико-механических свойств грунтов основания до укрепительной цементации и после.

На основе анализа полученных материалов составлен отчет с соответствующими текстовыми и графическими приложениями, включающий сведения о геологическом строении, гидрогеологических условиях, геологических процессах, характеристик водопроницаемости и ФМС грунтов, необходимых для оценки качества укрепления грунтов основания строящегося дома № 49.

Заключение по качеству укрепительной цементации. По результатам инженерно-геотехнических изысканий, выполненных на площадке строящегося дома № 49 в микрорайоне «Колгуйевский» получены следующие признаки и показатели (см. рис. 2):

- По данным бурения контрольных скважин цементный раствор в незначительном количестве обнаружен в кровле соликамских мергелей, в отдельных прослойках соликамских гипсов в интервале 8,7-15,7 м и в интервале 15,0-20,0 м.

- По данным опытно-фильтрационных работ («экспресс»-наливов) коэффициент фильтрации грунтов в зоне цементации составил от 3,78 до 16,02 м/сут. Значения коэффициентов фильтрации, превышающие проектные (5 м/сут) получены в соликамских гипсах, вскрытых скважиной № 1к, где ранее выполненными изысканиями скважиной № 1 по заказу № 22101 были вскрыты дезинтегрированные зоны с заполненными карстовыми полостями.

- По данным геофизических исследований (ГК и ГГК) в зоне укрепительной цементации параметры грунтов по скважинам №№ 1к и 2к. получены удовлетворительные, в интервале 20-30 м в скважине № 1к несколько пониженные значения плотности по сравнению со значениями до цементации.

- Скважиной № 2к ниже зоны цементации в гипсах иренского горизонта вскрыта заполненная карстовая полость. Заполнитель карстовой полости суглинок твердой и полутвердой консистенции по лабораторным данным характеризуются плотностью 2,08-2,10 г/см³, модуль деформации 25-29 МПа.

- По данным лабораторных исследований в зоне цементации грунты характеризуются несколько повышенными значениями показателей ФМС относительно данных, полученных ранее выполненными изысканиями до укрепительной цементации.

Из анализа полученных признаков и показателей можно сделать вывод, что укрепительная цементация выполнена удовлетворительно. Площадка по степени карстовой устойчивости недостаточно устойчивая - III категория, по степени карстовой опасности оценивается как зона В.

Для безопасной эксплуатации дома, с целью своевременного обнаружения возможной осадки, деформации основания и фундамента здания из-за активизации карстово-суффозионного процесса под влиянием техногенных факторов необходимо предусмотреть карстомониторинг с размещением сети грунтовых и глубинных деформационных марок, стенными марками и маяками.

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана. – 2002. – 384 с.

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКАХ С НЕУСТОЙЧИВОЙ КАТЕГОРИЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНО КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЖИЛОГО ДОМА ЛИТЕР 52 В МИКРОРАЙОНЕ «КОЛГУЕВСКИЙ» В КИРОВСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД УФА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

А.Р. Гумерова, Р.Н. Абдуллина
ЗапУралТИСИЗ, г. Уфа, ул. Р.Зорге, 7

Территория Республики Башкортостан известна широким распространением и разнообразием карста в равнинно-платформенной и горно-складчатой области. Карстующиеся карбонатные и сульфатные отложения пермского, каменноугольного и девонского возраста здесь во многих местах выходят на поверхность, либо залегают близко от нее, создавая характерные формы наземного и подземного карстового рельефа в виде различных округлых или протяженных понижений-западин, воронок и озер, оврагов, суходолов, провалов, пещер [1]. В связи с дефицитом площадей благоприятных для строительства, возникает необходимость освоения и изучения территории, где имеют место эти опасные инженерно-геологические процессы.

Инженерно-геологические изыскания на объекте «Жилой дом литер 52 в микрорайоне «Колгуевский» в Кировском районе городского округа город Уфа Республики Башкортостан» проводились отделом инженерно-геотехнических и инженерно-экологических работ ЗАО «ЗапУралТИСИЗ» в декабре 2013 – феврале 2014 гг. Согласно техническому заданию на участке проектируется строительство односекционного 15-этажного жилого дома, со встроенно-пристроенным детским садом, с монолитным железобетонным каркасом, свайным или плитным фундаментом, техподпольем высотой 2,5 м.

Целью исследования было изучение геолого-литологического строения, гидрогеологических условий, определения физико-механических свойств грунтов, уточнения зонирования площадки проектируемого дома по степени карстовой опасности, получения исходных данных для проектирования противокарстовых мероприятий инженерной защиты жилого дома.

Участок проектируемого строительства находится в юго-восточной части микрорайона «Колгуевский», между улицами Габдуллы Амантая и Бакинской, в 120 м западнее ул. Колгуевская. В геоморфологическом отношении он приурочен к правобережному коренному склону долины реки Уфы, вблизи тылового шва долины р. Уфы. Рельеф представлен неравномерно отсыпанными отвалами чернозёма и перевалованного глинистого грунта со щебнем из котлованов близрасположенных строительных площадок, строительного мусора. Абсолютные отметки поверхности на период изысканий в пределах контура проектируемого дома составляют 129,98-126,87 м (по устьям скважин; рис. 1).

По данным рекогносцировочного обследования на период изысканий внешние формы опасных геологических процессов на площадке не обнаружены, сохранился лишь фрагмент карстовой воронки № 1, расположенной в юго-западной части участка. Площадка встроенно-пристроенного детского сада примыкает к борту карстовой воронки № 6 (рис. 1).

Для решения поставленных задач в соответствии с действующими нормативно-техническими документами на площадке проектируемого строительства, с учетом ранее проведенных изысканий, пробурено 3 карстологические скважины: одна глубиной 26,5 м и две по 36,0 м колонковым способом Ø 108 и 132 мм с отбором проб грунтов.

Для оценки фильтрационных характеристик грунтов и степени неоднородности массива в фильтрационном отношении, определения величины удельного водопоглощения были выполнены 5 «экспресс»-наливов и 1 нагнетание воды в отдельные интервалы скважин – в разуплотнённые и закарстованные зоны.

Геофизические исследования решали конкретные задачи по детальному исследованию условий залегания карстующихся гипсов и степени их закарстованности конкретно в разрезе данной площадки:

- уточнение глубин залегания кровли карстующихся пород (гипсов);
- уточнение в разрезах скважин геолого-литологических границ;
- выделение в разрезах скважин интервалов трещиноватых, кавернозных и закарстованных пород;
- выделение в плане и разрезе геофизических аномалий и их геологическая интерпретация.

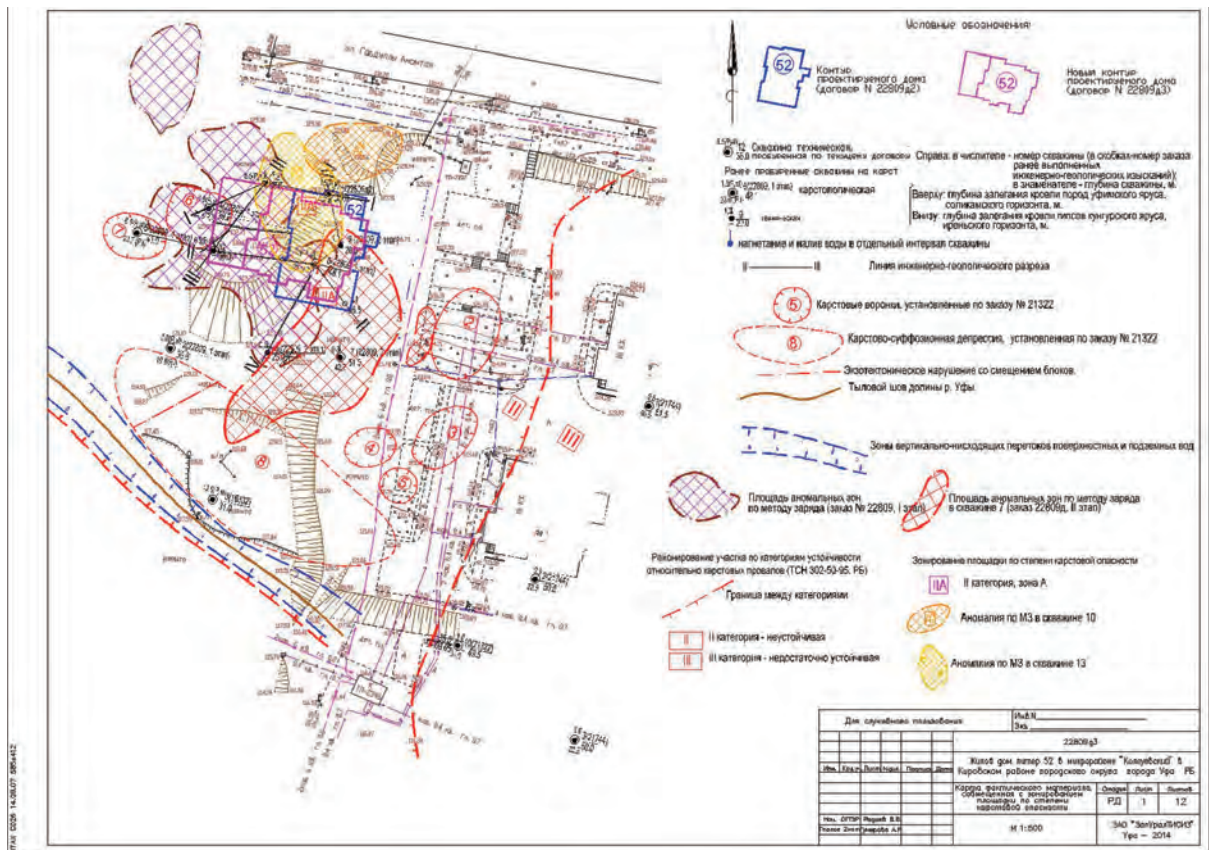


Рис. 1. Карта фактического материала участка изысканий

С целью решения данных задач выполнен комплекс методов, содержащий:

- геофизические исследования в скважинах – гамма-каротаж, гамма-гамма каротаж, кавернометрия;
- исследования околоскважинного пространства – метод заряда.

В процессе камеральных работ был выполнен сбор и анализ материалов ранее выполненных инженерно-геологических работ на сопредельных участках, сопоставление и обобщение с данными, полученными по настоящим изысканиям. По комплексу выполненных работ построена карта фактического материала в м-бе 1:500, совмещенная с уточненными границами зонирования площадки по степени карстовой опасности (см. рис. 1).

Границы геолого-литологических разностей уточнены по амплитуде и конфигурации каротажных диаграмм, по комплексу признаков определены литологические особенности и физическое состояние пород стенок в карстологических скважинах.

По данным бурения скважин построены паспорта с результатами геофизических исследований, расчетом коэффициентов фильтрации и удельного водопоглощения по данным наливов и нагнетания воды в отдельные интервалы и инженерно-геологические разрезы с выделением инженерно-геологических элементов по результатам лабораторных исследований (рис. 2).

Геологическое строение. В геологическом строении площадки до глубины 48,1 м участвуют осадочные пермские отложения, перекрытые техногенными грунтами мощностью от 0,4 до 8,5 м и лишь на незначительной южной части площадки почвенно-растительным слоем мощностью 0,3 м (см. рис. 2).

Пермская система (Р) на площадке проектируемого строительства представлена соликамским горизонтом уфимского яруса и иреньским горизонтом кунгурского яруса.

Соликамский горизонт (P₂s1). В пределах площадки проектируемого дома литер 52 отложения соликамского горизонта залегают под насыпными грунтами на глубине от 0,4 м до 8,5 м.

В восточной (в районе скважины № 9) и южной (в районе скважины № 13) (см. рис. 1) части площадки соликамский горизонт сложен мергелем серым, выветрелым до глины со щеб-

слоями глины светло-серой, аргиллитоподобной, загипсованной. В интервале глубин 31,8-33,8 и 36,5-37,3 м вскрыты карстовые полости высотой 0,8-2,0 м, заполненные глиной светло-серой с зеленоватым оттенком тугопластичной и полутвердой консистенции, песчанистой, с дресвой и щебнем гипса до 15%.

С глубины 37,4 м гипсы слаботрещиноватые, скальные, каверны и трещины залечены вторичным гипсом (селенитом). Вскрытая мощность иреньского горизонта 9,5-25,1 м. Гипсы иреньского горизонта характеризуются значениями гамма - активности от 0,3 до 3,0 мкР/час и природной плотности от 2,1 до 2,5 г/см³.

Гидрогеологические условия. В пределах площадки проектируемого дома литер 52 подземные воды скважинами, пробуренными по настоящему договору и ранее выполненным изысканиям до глубины 48,1 м зафиксированы не были.

Водоносные горизонты в соликамских отложениях не вскрыты, что объясняется полным отсутствием водоупоров, сильной трещиноватостью пород, слагающих разрез, а также наличием зон с высокой водопроницаемостью – разуплотнённые зоны, каналы открытых и заполненных карстовых полостей, по которым происходят интенсивные нисходящие перетоки поверхностных и подземных вод в нижние горизонты. Также значительное дренирующее влияние оказывают глубокооврезанные овраги, ограничивающие территорию микрорайона и близость тылового шва долины р. Уфы, к которому приурочены зоны вертикально-нисходящих потоков поверхностных и подземных вод.

Для оценки фильтрационных характеристик грунтов и степени неоднородности массива в фильтрационном отношении, определения величины удельного водопоглощения в скважинах, пробуренных по настоящему договору, были выполнены 5 «экспресс»-наливов и 1 нагнетание воды в отдельные интервалы скважин, результаты исследований приведены в таблицах 1 и 2.

По параметрам значений коэффициента фильтрации, определённого «экспресс»-наливами и нагнетаниями воды в отдельный интервал скважины следует, что сильнотрещиноватые гипсы согласно т. Б.7, ГОСТ 25100-2011 характеризуются как сильноводопроницаемые (K_f изменяется от 3,35 до 4,98 м/сут). В интервалах, где имеются заполненные карстовые полости и открытые каверны высотой до 5 см, гипсы характеризуются как очень сильноводопроницаемые (K_f составляет 111,68-688,94 и более м/сут). В северной части площадки в более плотных интервалах незначительной мощности гипсы характеризуются как водопроницаемые (K_f составляет 1,83-2,91 м/сут).

Согласно приложению СП 11-105-97 часть II, участок находится в области III (неподтопляемые), в районе III – А_г.

Таблица 1

Коэффициенты фильтрации соликамских гипсов по данным «экспресс»-наливов воды в отдельные интервалы скважин №№ 12, 13

Номер скважины	Скв. № 12			Скв. № 13	
	6,5-8,5 м	12,0-15,0 м	21,0-25,0 м	13,5-17,5 м	22,0-26,0 м
Интервал налива, м	6,5-8,5 м	12,0-15,0 м	21,0-25,0 м	13,5-17,5 м	22,0-26,0 м
Наименование и физическое состояние грунта	Гипс очень сильнотрещиноватый, в инт. 6,7-7,0 м, 8,0-8,5 м открытые карстовые полости	Гипс очень сильнотрещиноватый, в инт. 12,5-13,0 м, 13,2-14,5 м открытые карстовые полости	Гипс очень сильнотрещиноватый, в инт. 23,4-24,5 м карстовая полость, заполненная глиной	Гипс сильнотрещиноватый, в инт. 15,3-16,0 м, 16,5-16,7 м открытые карстовые полости	Гипс очень сильнотрещиноватый, в инт. 24,7-26,0 м карстовая полость, заполненная глиной
Коэффициент фильтрации K_f , м/сут.	Параметры для расчета K_f не достигают допустимых пределов из-за полного поглощения воды	Параметры для расчета K_f не достигают допустимых пределов из-за полного поглощения воды	688,94	Параметры для расчета K_f не достигают допустимых пределов из-за полного поглощения воды	460,19

Свойства грунтов. По данным бурения и лабораторных исследований, с учетом архивных материалов, в пределах зоны взаимодействия сооружений с геологической средой (до глубины 48,1 м) на площадке проектируемого строительства выделены 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

ИГЭ-1 – мергель глинистый, соликамский;

ИГЭ-2 – гипс малопрочный;

ИГЭ-3 – гипс средней прочности;

ИГЭ-4 – заполнитель карстовых полостей.

Распространение и мощности выделенных ИГЭ показаны на инженерно-геологическом разрезе (см. рис. 2).

Таблица 2

Основные характеристики водопроницаемости грунтов по данным нагнетания воды в скважину №13

Опробуемый интервал, м	17,50-21,50
Наименование и физическое состояние грунта	Гипс среднетрещиноватый, слабокавернозный
Коэффициент фильтрации Кф, м/сут.	3,20
Удельное водопоглощение, q, л/мин.	3,63

Насыпные грунты не могут служить основанием фундаментов, подлежат полному удалению или прорезке сваями, поэтому в отдельный ИГЭ не выделяются.

Геологические и инженерно-геологические процессы. Из опасных геологических процессов, способных отрицательно повлиять на устойчивость проектируемого дома, на участке развит карстово-суффозионный процесс. По составу карстующихся пород участок находится в зоне развития сульфатного карста открытого его подкласса.

По данным инженерно-геологических изысканий площадка строительства находится на участке, отнесенном ко II категории – неустойчивой относительно карстовых провалов. По степени карстовой опасности площадка проектируемого дома литер 52 по результатам комплекса инженерно-геологических изысканий была оценена как зона А.

В результате бурения скважин в пределах изменённого контура проектируемого дома и проведения комплекса геофизических работ установлено следующее:

- карстующиеся гипсы перекрыты техногенными грунтами мощностью до 8,5 м;
- вскрыты карстовые полости как открытые, так и заполненные;
- линейный коэффициент внутренней закарстованности в скв. № 11 составляет 32%, в скв. №12 - 41%, в скв. №13 -19%.

По данным геофизических исследований исследуемый участок приурочен к куполовидному поднятию гипсов в пределах Уфимской антиклинали в междуречье Уфы и Белой. Образование купола связано с гидратацией гипсов и ангидритов и сопровождалось разрывными нарушениями. По данным инженерно-геологических изысканий, выполненных по предыдущим договорам, на карте параметра S линии изменения геоэлектрического разреза по ВЭЗ ограничивают район интенсивно закарстованных гипсов – в плане прямоугольной формы. Разрывные нарушения прослеживаются с запада по линии скв. 4 – ВЭЗ № 57 – ВЭЗ № 80; с юга по зоне вертикальных перетоков подземных вод; на востоке – между скв. № 6 и № 2. Амплитуда смещения пород в зонах нарушений до 10 м. Площадка изысканий располагается на отдалении от линий нарушений и зоны перетока в 150 – 200 м, т.е. в центре означенного прямоугольника.

В пределах купола (поднятия) гипсовые отложения соликамского горизонта отмечаются на глубинах менее 10 м, за линиями разрывных (экзотектонических) нарушений – гипсы иреньского горизонта по данным бурения вскрыты на глубинах 23,0-49,5 м. Ширина нарушений: западного – до 45 м; южного – менее 30 м; восточного, наиболее вероятно до 80 м. В геоэлектрическом разрезе по ВЭЗ поднятие гипсов отображается значениями Rk более 100-200 Ом×м; S менее 1 мО и УЭС от 10 до 1000 Ом×м. Обводненность гипсов ниже современного базиса коррозии иреньского горизонта понижает значения Rk до 50-100 Ом×м, значения УЭС до 100 Ом×м.

На графиках ВЭЗ, полученных в пределах участка конечная ветвь «Н» соответствует низкоомному горизонту – закарстованным гипсам с карстовыми полостями, заполненными низкоомными глинами, мощность закарстованных гипсов в пределах площадки повсеместно по бурению и по ВЭЗ до 30 м.

Исследованиями околоскважинного пространства методом заряда в скважине № 13 установлены три аномалии от поверхностного заряда и 1 аномалия от глубинного заряда.

Аномалий от поверхностного заряда A_0 отмечено три. Деформации геоэлектрического поля отражают аномалии A_1 и A_3 – от объектов вблизи поверхности в данных геологических условиях отображают неравномерно отсыпанные литологически неоднородные насыпные грунты пониженной плотности.

Максимум аномалии A_2 от поверхностного заряда A_0 на краю карстовой воронки вероятно отражает вертикальный канал в гипсовой толще, заполненный низкоомным глинистым материалом.

Аномалия A_1 , от заряда A^{26} низкоомная, интенсивная отображает зону гипсов с заполненными и частично заполненными карстовыми полостями в интервале глубин 15-26 м. В плане аномалия A_1 , от заряда A^{26} является продолжением аномалий, выделенных по предыдущим заказам при заряде на глубины 14, 22 и 31 м в скважине № 7.

По конфигурации геоэлектрического поля по МЗ установлено субмеридиональное направление господствующей трещиноватости в гипсах в районе скв. № 13 до глубины 26 м.

Незначительная разница по величине измеренных потенциалов от поверхностного и от глубинного зарядов свидетельствует о равномерной закарстованности всего массива гипсов в интервале 15-26 м в радиусе исследований.

Положение в плане всех выделенных аномалий показано на планах изолиний потенциала от каждого заряда.

Выделенные аномалии настоящего заказа и предыдущих заказов совмещенные в плане (накладываются друг на друга), отображая обширную закарстованную зону в гипсах в интервале 8-31 м с заполненными (частично открытыми) карстовыми полостями. Зона наиболее закарстованных гипсов располагается между скважинами № 13 и № 7. Размеры зоны – ширина до 30 м, длина более 80 м. На остальной территории – где аномалии по МЗ низкоомного характера не отмечены – вероятно предположить присутствие открытых карстовых полостей, мощность которых несоизмерима с разрешающей способностью МЗ (по аналогу скважин № 1; № 2 и № 4 их мощность по вертикали до 2,2 м).

Гипсы в области поднятия (на исследуемом участке) интенсивно закарстованы по признакам:

- 40 % скважин встретили только заполненные карстовые полости;
- 60 % скважин встретили как открытые, так и заполненные карстовые полости;
- размеры карстовых полостей по вертикали – заполненных до 6,4 м; открытых до 4 м;
- 40 % аномалий по методу заряда с размерами в плане до 20 м;
- 60 % аномалий по методу заряда с размерами в плане св. 20 м;
- 100 % аномалий по МЗ при установке зарядов на глубины от 14 до 31 м отмечены в пространстве между скважинами № 13 и № 7, почти целиком охватывая площадку.
- карстовая воронка № 6 контролируется аномалиями по МЗ. Вероятно наличие вертикального канала в районе аномалии A_2 ;
- прослеживаются геоэлектрические связи между всеми скважинами с МЗ, подтверждая равномерную интенсивную закарстованность гипсовой толщи;
- раскрытие каверномера в интервалах открытых карстовых полостей до 40 см (полное раскрытие по паспорту прибора) указывает на наличие полостей, размеры которых намного превышают 400 м.

Анализ геофизических, геологических и гидрогеологических особенностей разреза свидетельствует:

- участок на расстоянии до 250 м ограничен зонами экзотектонических нарушений шириной от 30 до 80 м;
- разрез характеризуется поднятием к поверхности гипсовых отложений до абс.отм. 120-125 м;
- массив гипсовой толщи равномерно закарстован как по площади, так и по глубине;
- западная часть проектируемого здания располагается в пределах части карстовой воронки № 6;
- перечисленные признаки являются определяющими при дифференцированности территории участка по степени опасности в карстовом отношении.

Исходя из вышеизложенного, по выполненному комплексу работ (бурение скважин, геофизические исследования, опытно-фильтрационные работы), весь участок проектируемого

строительства относится ко II – неустойчивой категории по следующим признакам и критериям, определяющим степень устойчивости относительно карстовых провалов (согласно ТСН-302-50-95.РБ в скобках приведена нумерация признаков в соответствии с прил. 3.2).

- (2*) Коэффициент закарстованности 0,18 ед (II категория);
- (4*) Удалённость от ближайшего поверхностного карстопроявления – сами карстовые воронки и один диаметр от кромок воронок (I - II категории);
- (5*) Глубина залегания карстующихся гипсов – 3,0-12,0 м (I - II категории);
 - (5.1.) трещиноватых, кавернозных менее 35 м (I - II категории);
- (8*) Наличие карстовых полостей в карстующейся толще и их характер по:
 - (8.1.) бурению - открытые и заполненные (I - III категории);
 - (8.2.) геофизическим данным - $R_t < 0$; по МЗ (I - III категории);
- (9*) Водоупор в перекрывающей толще отсутствует (I - II категории);
- (14*) Степень нарушенности карстующихся пород по признакам:
 - (14.2.) зоны аномалий $R_t < 0$ до 50 % (III категория);
 - (14.3.) аномалия по S – уменьшение в 2-3 раза (I - II категории);
 - (14.8.) наличие зон разуплотнения по ГГК четко выраженные и заметные (I - III категории);
 - (14.9.) размеры каверн > 10 см (I - II категории);
 - (14.10.) коэффициент анизотропии $> 1,7$ (I - II категории);
- (15*) Степень расчленённости кровли гипсов 1 и 2 (6,5-33,1) (II-IV категории);
- (18) Коэффициент фильтрации закарстованных зон 75,8-584,7 м/сут (I категория);
Среднее значение категорий 1,87.

Карстовые полости на разрезах показаны только в околоскважинном пространстве. Не исключается наличие как открытых, так и заполненных карстовых полостей и между скважинами по всей площади проектируемого здания.

В результате анализа полученных данных площадку проектируемого дома литер 52 следует отнести к зоне А.

Согласно СП 116.13330.2012 и т. 4.1. ТСН 302-50-95. РБ на участках с II категорией устойчивости относительно карстовых провалов строительство капитальных сооружений не рекомендуется.

Положительное решение о возможности строительства может быть принято при наличии специального обоснования возможности надежной защиты здания от карстовых явлений и целесообразности строительства с учетом затрат на противокарстовые мероприятия геотехнического, конструктивного и профилактического характера, рассчитанными на среднеарифметический диаметр карстового провала $6,1 \pm 0,9$ м, как для присклоновых условий.

Учитывая сложные инженерно-геологические условия участка, рекомендуется комбинированный фундамент:

- на площадке проектируемого дома литер 52 возможно применение плитного типа фундамента при условии полной выборки насыпного грунта, представленного преимущественно перевалованным черноземом с примесью строительного мусора.

- на площадке встроено-пристроенного детского сада строительство возможно на свайно-плитном типе фундамента. В качестве свайного фундамента рекомендуются буронабивные ж/б сваи с монолитным ростверком с заглублением острия до абсолютной отметки – 108,0 м. Сложность грунтовых условий при свайном фундаменте согласно прил. «Б» СП 24.13330.2011 – третья.

При применении монолитной плиты необходимо выполнить закрепление грунтов основания до абс. отм. $108,5 \pm 0,5$ м, при свайном фундаменте - закрепление грунтов основания не менее 1м выше острия свай и не менее 5 м ниже острия согласно рекомендациям раздела 7, ТСН 302-50-95. РБ и раздела 4 СТО НООСТРОЙ 2.3.18-2011 с последующим контролем качества тампонажных работ на всех этапах производства работ (входной контроль, операционный контроль, контрольные испытания по определению результатов укрепления грунта, оценка соответствия свойств укрепленных грунтов проектной документации).

При свайном варианте фундамента необходимо выполнить статическое испытание натурных свай на каждую выбранную длину не менее двух, согласно прил. Б.1 СП 24.13330.2011.

Для качественного закрепления трещиноватых и закарстованных грунтов должна быть обеспечена в пределах закрепляемого массива, локализация цементного раствора, нагнетаемого через скважины, и заполнение всех трещин (каналов, полостей). Для этого следует соблюдать следующую последовательность работ:

- создание защитного барьера против выхода цементного раствора за контур закрепляемого массива путем предварительной цементации крупных трещин, каналов, пустот через барьерные скважины, расположенные по контуру массива;
- последующая инъекция цементного раствора внутри контура производится через систему скважин, предусмотренных проектом.

Производство цементационных работ осуществляется в следующих грунтовых условиях:

- раскрытие трещин грунтов находится в пределах 0,1-0,10 мм, наличие карстовых полостей;
- удельное водопоглощение грунтов до их цементации более 0,01 л/мин*м² (1 люжон) и менее 10 л/мин*м² (1000 люжон).

Для выполнения работ по оценке соответствия свойств укрепленных грунтов проектной документации в проекте необходимо предусмотреть следующие критерии оценки (раздел 7 СТО НООСТРОЙ 2.3.18-2011):

- выход керна при бурении контрольных скважин в пределах от 50% до 75%;
- устойчивость стенок скважин в течение 24 ч после бурения;
- величина остаточного дебита контрольных скважин через 24 ч после бурения, не превышающая 0,5 л/мин на погонный метр скважины;
- удельное водопоглощение контрольных скважин, не превышающее 0,01 л/мин*м²;
- прочность укрепленного грунта (путем отбора по РД 51-60-82 и испытания образцов грунта по ГОСТ 12248);
- геофизическое исследование сплошности, однородности и прочности укрепленного грунта – скорость продольных сейсмических волн V_p – не менее 3500 м/с.

В проектной документации должен быть предусмотрен контроль качества закрепления грунтов специализированной изыскательской организацией. При проектировании плитного фундамента следует обязательно предусмотреть в нем смотровые отверстия диаметром не менее 100 мм и шагом 5x5 м для контроля за возможным оседанием или провалами основания и своевременной ликвидации деформаций основания через эти отверстия, стены здания должны быть оснащены стенными марками и маяками.

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана. – 2002. – 384 с.

РЕГУЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ В ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОМ БАЛАНСЕ АККУМУЛЯЦИИ, СТОКА И ЕГО СРАБОТКИ В ЗОНЕ ПОДТОПЛЕНИЯ ЮМАГУЗИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В.И. Мартин, Т.Ф. Гурьева
 ЗАО ЗапУралТИСИЗ, г. Уфа

Общие сведения. В геологическом строении чаши Юмагузинского водохранилища в основном участвуют каменноугольные и девонские, преимущественно карбонатные отложения, а также силурийские, ордовикские и верхнепротерозойские терригенные (песчаники, конгломераты, сланцы и др.) сильно метаморфизованные образования.

В геолого-тектоническом плане чаша водохранилища почти полностью находится в пределах Западно-Уральской внешней зоны складчатости, осложненной многочисленными антиклинальными и синклинальными структурами субмеридионального простирания и разрывными нарушениями регионального и локального характера.

Горный рельеф в зоне водохранилища является прямым отражением геолого-структурной основы территории: хребты соответствуют антиклинальным структурам, межхребтовые понижения – синклинальным. При этом хребты сложены, как правило, метаморфическими некарстующимися толщами, тогда как межхребтовые понижения – преимущественно карбонатными отложениями.

Каменноугольные и девонские карбонатные отложения в зоне выветривания сильно трещиноваты и закарстованы. Коэффициент объемной закарстованности в среднем равен 0,1. Вглубь массива проникают только дизъюнктивные тектонические нарушения, которые унаследованы карстовыми каналами.

К карбонатным толщам приурочен линейный бассейн карстовых вод Западно-Уральской внешней зоны складчатости, состоящий из двух ярусов: верхнего – бассейна трещинно-карстовых вод зоны выветривания и нижнего – пластово-трещинно-карстовых вод. В свою очередь, бассейн карстовых вод в плане состоит из ряда карстовых микробассейнов, в определенной степени обособленных друг от друга приуроченностью к синклинальным структурам, соответствующим, как правило, межхребтовым понижениям. В то же время общность областей формирования и особенности их разгрузки обуславливает их единство.

Линейный бассейн карстовых вод и его составляющие микробассейны в субширотном направлении пересекаются долиной реки Белая, в пределах которой к рыхлым аллювиальным и делювиальным отложениям приурочен ряд водоносных горизонтов. Все эти горизонты и в целом бассейн карстовых вод находятся под дренирующим влиянием реки Белой.

Формирование карстовых вод происходит в пределах хребтов, сток – в сторону межхребтовых понижений, сложенных, как правило, карбонатными толщами, разгрузка – в долину реки Белой.

Объем призмы подтопления карбонатного массива вдоль будущей чаши водохранилища при НПУ 253 м составляет 0,85579 км³, в том числе по правобережью – 0,44999 км³ и по левобережью – 0,4058 км³.

Характеристика закарстованности карбонатного массива чаши Юмагузинского водохранилища. В пределах Юмагузинского водохранилища имеются все 4 условия (по Д.С. Соколову, 1962) для развития карбонатного класса карста: покрытого подаллювиально-делювиального на водоразделах и пологих склонах, с участками голого на крутых обрывистых склонах и перекрытого (подаллювиального) подкласса в пределах реки Белой.

Поверхностные проявления представлены в основном воронками различной формы и величины, часто с понорами на дне, суходолами, карстовыми котловинами, родниками, исчезающими ручьями и речками.

Многочисленные подземные формы в виде карстовых полостей и каверн в основном заполнены вторичными продуктами выветривания и выщелачивания (по данным бурения).

Согласно общей схемы районирования карста Республики Башкортостан чаша Юмагузинского водохранилища находится в пределах карстовой провинции Западно-Уральской внешней зоны складчатости. В пределах зоны влияния водохранилища известно 240 пещер. В зону подтопления попадает 100 пещер общим объемом 0,00045822 км³.

По морфологической классификации преобладают пещеры-источники, реже пещеры-поноры и очень редко гравитационные пещеры. В зону подтопления попадают и крупнейшие на Урале пещеры – пропасть Сумган и Кутукская-4.

Объемная закарстованность карбонатного массива по данным исследований в зоне гидроузла изменяется от 0,005 до 0,25 и в среднем составляет 0,1. Доказана характерная для карстовых районов неравномерная закарстованность карбонатного массива. В частности, при изысканиях в зоне гидроузла установлено:

- Подавляющее большинство карстовых полостей сосредоточено на глубинах до 100-110 м (75%), меньше – до глубин 180 м и очень мало – до глубины 200 м;
- В абсолютных отметках большинство карстовых полостей (60%) находится в зоне, ограниченной древним и современным базисами коррозии, 30% – выше современного базиса и не более 10% – ниже древнего базиса коррозии;
- Карстовые полости высотой до 1 м в основном (65%) сосредоточены на абс.отметках 220-360 м, высотой более 1 м (35%) – на абс.отметках 120-220 м;
- Подавляющее большинство (80%) карстовых полостей находится ниже НПУ 235 м.

Регулирующая роль трещинно-кавернозной и пещерно-канальной пустотности в общем балансе водохранилища. Объем закарстованности массива карбонатных пород в зоне подтопления водохранилища складывается из двух составляющих: фоновой трещинно-кавер-

нозной пустотности и пещерно-канальной пустотности. Трещинно-кавернозная пустотность карбонатного массива зоны подтопления Юмагузинского водохранилища при среднем объемном коэффициенте закарстованности массива 0,1 составляет по правобережью 0,04499 км³, по левобережью – 0,04058 км³ и суммарно – 0,08554 км³. По отношению ко всему объему призмы подтопления это составляет около 10%.

Пещерно-канальная пустотность массива карбонатных пород определена путем суммирования объемов карстовых пещер, попадающих в зону подтопления, с некоторой экстраполяцией их недоступной части с помощью коэффициента Г.А. Максимовича (удельный объем м³/м) и по правобережью составляет 0,00012512 км³, по левобережью – 0,0000053 км³ и суммарно – 0,000458 км³. Это всего 0,05% от объема призмы подтопления.

Таким образом, общий объем трещинно-кавернозной и пещерно-канальной пустотности карбонатного массива зоны подтопления Юмагузинского водохранилища составляет по правобережью 0,07076 км³, по левобережью – 0,15224 км³, а по всей зоне водохранилища – 0,086001 км³, что составляет 10,05% от объема призмы подтопления. В то же время по отношению к общей емкости водохранилища, равной 0,3 км³ при НПУ 253 м, это составляет 28,67%, т.е. примерно 1/3 его объема, а при ФПУ 270 м и объеме 0,8 км³ не будет превышать 15%. Вся эта сеть трещин и карстовых пустот в период акагильской ингрессии моря по долине р. Белой была закольматирована (каверны и трещины) и заполнена (пещеры и карстовые каналы) наносными отложениями (глинисто-суглинистые, дресвяно-щебенистые и карбонатно-доломитовая мука).

Позже, со снижением базиса эрозии и коррозии, море ушло, и все трещины и пустоты в карбонатном массиве весь последующий отрезок геологической истории подвергались декольматации, т.е. суффозионному выносу из карбонатного массива наносных отложений и одновременно вносу новых продуктов выветривания. Вследствие этого до настоящего времени степень кольматации трещин и полостей остается очень высокой.

Около 60-70% трещин и каверн полностью остаются закольматированными. Тогда как пещерно-канальная система карстовой пустотности в большинстве (примерно на 80%) своем освободилась от рыхлых наносных отложений и является открытой для циркуляции карстовых вод и подземного речного стока, т.е. может служить дополнительной регулировочной емкостью для водохранилища. Отсюда следует, что объем открытых закольматированных полостей в реальности как минимум в 2 раза меньше общего объема трещинно-кавернозной пустотности, а отсюда настолько же меньше регулирующая их емкость, и она будет составлять не более 13-14% от объема водохранилища.

Простейшие расчеты для ФПУ 270 м путем экстраполяции имеющихся показателей для НПУ 253 м позволили определить процент регулировочной емкости, который равен 10,75%, а если учесть закольматированность 50% полостей, то эта величина не превысит 5% от объема водохранилища при ФПУ. Иначе говоря, подземная составляющая емкости Юмагузинского водохранилища при НПУ 253 м будет играть существенную роль в общем балансе и незначительную при ФПУ 270 м по отношению к общему объему водохранилища.

В процессе эксплуатации водохранилища ежегодные предвесенние попуски (сбросы) уровня на 10 м вызовут декольматацию карстовых полостей в этой зоне и, как следствие, приведут к увеличению общей регулировочной емкости полостей на 3-4% по отношению к общей емкости водохранилища.

В пределах 5 карстовых районов Кутукского урочища (Сукуруйского, Сумганского, Кукульского, Улукланского, Кутукского) сосредоточено 64 пещеры, плотность достигает 20 пещер на км², средний удельный объем 16,7 м³, коэффициент объемной закарстованности 0,005. Общий объем пещер 941882 м³, но в зону подтопления попадает лишь 445000 м³ объема пещер, т.е. 50%. В частности, будут подтоплены нижние этажи с подземными речками в пещерах Сумган и Кутук-4.

Общий объем пустот зоны подтопления (с учетом трещинно-кавернозной и пещерно-канальной пустотности) в пределах Кутукского урочища составляет 0,006056 км³, по отношению к объему призмы подтопления на этих пяти карстовых участках составляет 10,13% (в т.ч.

пещерно-каналовой 0,19%). Пещерно-каналовая пустотность здесь в 4 раза больше, чем в пределах всей зоны водохранилища.

Вывод: для подтверждения правильности приведенных расчетов необходима постоянно действующая сеть наблюдательных скважин и реперная сеть.

Особенности подруслового потока карстовых вод в долине реки Белой. Проведенные гидрометрические замеры расходов воды в реке Белой в летнюю межень 2001 года на участке от с. Максютново (зона выклинивания водохранилища) до района гидроузла показали, что расход реки Белой, замеренный в районе с. Максютново и равный $21,6 \text{ м}^3/\text{с}$, оказался самым большим на исследованном отрезке реки. Ниже по течению реки наблюдается общее уменьшение расхода, несмотря на впадающие небольшие притоки, особенно на участках, где река протекает по карстующимся карбонатным породам. Потери расхода составляют от 0,1 до $1,3 \text{ м}^3/\text{с}$ на 1 км течения.

В то же время на участках, где река течет по некарстующимся породам, расход воды в реке на 1 км течения возрастает на 0,7; 2,2 и даже $4,4 \text{ м}^3/\text{с}$. Тем не менее, вблизи плотины расход воды в реке составил лишь $19,9 \text{ м}^3/\text{с}$.

Ниже гидроузла на государственном водомерном посту в это время расход воды р. Белой равен $39,8 \text{ м}^3/\text{с}$, то есть в 2 раза больше последнего замера.

Следовательно, подрусловые аллювиальные воды и поток карстовых вод вдоль палеоруслу реки выходит на поверхность на контакте верхнекаменноугольных кремнистых известняков и нижнекаменноугольных глинистых сланцев и глинистых известняков, являющихся барражем на пути подрусловых потоков. Возможная разгрузка подруслового потока карстовых вод и вод зоны сифонной циркуляции под плотиной может привести к суффозионному ее разрушению.

Во избежание этого подрусловый поток карстовых вод необходимо надежно перекрыть цемзавесой. В противном случае помимо угрозы суффозионного разрушения Юмагузинское водохранилище свою целевую задачу как регулирующее сооружение выполнять не будет.

Напрашивается вывод, что гидрологическая изученность бассейна реки Белой в зоне водохранилища имеет большие пробелы.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ

Р.В. Криницын, К.В. Селин

Кунгурская Ледяная пещера (КЛП) - уникальный геологический памятник, одна из крупнейших карстовых пещер в Европейской части России. Протяжённость пещеры составляет около 5700 м, из них 1,5 км оборудовано для посещений туристами. КЛП содержит 48 гротов, 70 озёр, 146 так называемых «органых труб», все они формируют очень сложную структуру, с точки зрения геомеханики.

Массив пород КЛП представлен преимущественно гипсовыми породами с различной степенью трещиноватости. В пещере 100% влажность – среда агрессивная. Среднегодовая температура +5° С, но часть пещеры постоянно скована льдом, часть имеет положительную температуру, а третья часть сезонно оттаивает и замерзает, что приводит к изменению напряженно-деформированного состояния, вследствие чего повышается опасность обрушения горной породы. Из-за 100% влажности, при положительной температуре, в карстовых полостях идет активный процесс разуплотнения – деформирования, предшествующий обрушению массива. Часть таких районов находится непосредственно над туристической тропой. Данное обстоятельство предопределяет необходимость оперативного геомеханического контроля массива горных пород.

В ходе ведения экспериментальных работ производилось визуальное обследование состояния массива пород КЛП, результаты которого можно охарактеризовать следующим образом. Практически на всём протяжении туристического маршрута имеются зависания пород в виде консолей, рассечённых арок, значительных по протяженности плоских сводов и пр. Методы решения проблем, связанных с такими участками, напрямую зависят от возможности и целесообразности применения того

или иного оборудования в условиях КЛП. Также следует отметить отсутствие данных о физико-механических свойствах пород КЛП, что, в свою очередь, тоже осложняет задачи по выбору путей снижения возможных рисков. Каждый грот является самостоятельной геомеханической моделью и требует отдельного анализа состояния массива пород.

Для повышения безопасности туристического маршрута в КЛП применяется винтовая анкерная крепь. Винтовой анкер (рис. 1) представляет собой круглый стержень 1 с резьбой специального профиля по всей длине. На одном конце стержня высажена шестигранная головка 2 для завинчивания анкера и удержания опорной плиты 3. К преимуществам можно отнести то, что винтовой анкер обладает высокой несущей способностью. При испытаниях анкер выдержал нагрузку 105 кгс/см². К недостаткам установки анкерной крепи следует отнести:

- сложность работ по установке, особенно на большой высоте, и при низких сводах;
- снижение эффективности использования анкерной крепи при установке в пустотелых и сильно расслаивающихся породах, из-за необходимости сгущения сетки анкеров.

Учитывая особенности использования винтовой анкерной крепи в условиях КЛП, необходима разработка методов оперативного геомеханического контроля приконтурного массива на протяжении туристического маршрута.

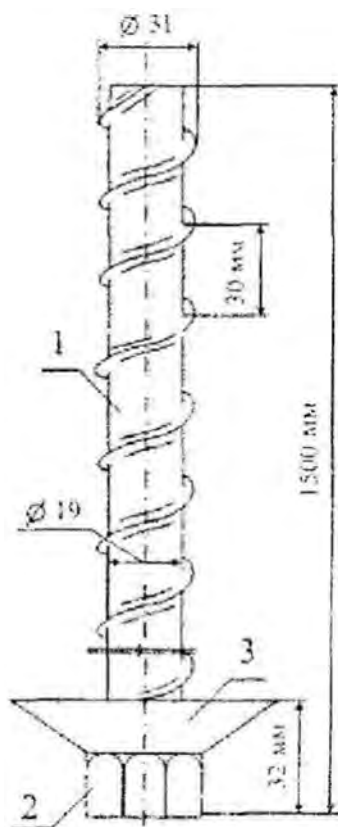


Рис. 1. Винтовой анкер.

Контроль деформационных процессов возможен с применением геофизических методов и технических средств, из которых наиболее разработанным и включенным в нормативные документы [1] является геоакустический метод, имеющий более высокую «разрешающую способность» в сравнении с другими. С помощью геоакустического метода, в зависимости от применяемых технических средств, можно осуществлять как локальный, так и региональный контроль состояния массива горных пород. Он базируется на явлении акустической эмиссии АЭ, которая сопровождает процесс разрушения горных пород [7].

Первая серия замеров АЭ была проведена в 34 точках (пунктах), расположенных по пути следования экскурсионной тропы. Зонд устанавливался в имеющиеся расщелины массива. Проведенные измерения не выявили активных процессов разрушения пород, трещинообразования в приконтурной части массива пород КЛП. Во всех точках замеров было отмечено относительно стабильное состояние горного массива. Дальнейшие исследования проявлений АЭ проводились на специально подготовленных пунктах регистрации акустической эмиссии (ПР АЭ), представляющих собой шпур глубиной 0,5 м Ø40 мм. ПР АЭ размещались в элементах массива, имеющих наиболее монолитную связь со сводом грота, для обеспечения задач мониторинга на участках значительных размеров.

По данным замеров акустической эмиссии (АЭ), проведенных на ПР АЭ, можно с уверенностью сказать о наличии проявлений дискретной АЭ в гротах Кунгурской Ледяной пещеры.

Одна из главных задач деформационного мониторинга – это наблюдение за развитием деформаций кровли и образованием зависаний (заколов) породного массива в районе туристического маршрута. Причина развития данного вида деформаций – естественный процесс разуплотнения породных пачек, который обусловлен в том числе 100% влажностью воздуха КЛП.

Для выполнения задач данного вида исследований были разработаны два вида конструкции пункта инструментального контроля деформационных процессов (ПИК ДП), обеспечивающие контроль нижних слоёв массива пород (рис. 2) с использованием электронного штангенциркуля с ценой деления 0,01 мм. Использование штангенциркуля позволяет повысить оперативность наблюдений за деформационными процессами приконтурной части пород.

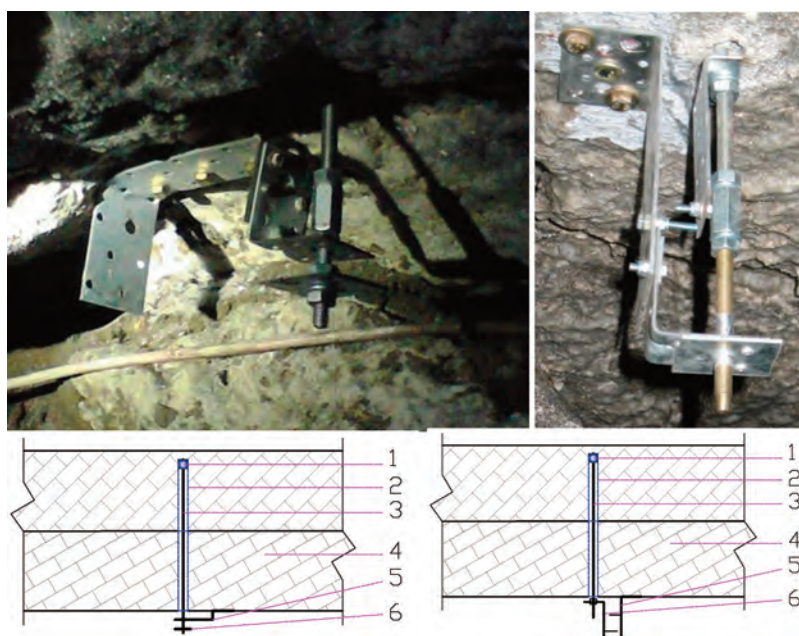


Рис. 2. Оборудованные ПИК ДП (вариант №1 слева и вариант №2 справа) и их схематическое изображение, где 1 – анкер; 2 – шпур; 3 – штанга; 4 – контролируемый слой; 5 – пластина контроля положения наблюдаемого слоя (контролируемая пластина); 6 – контрольная пластина.

В результате экспериментальных наблюдений вариант №2 оказался более удобным для проведения оперативного контроля.

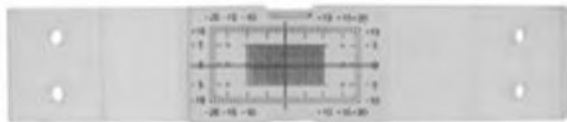


Рис. 3. Деформационная шкала DMC 20.

за деформациями приконтурного массива с использованием стеклянных маяков. Данный способ уже успешно внедрён и применяется горной службой КЛП. Среди достоинств метода следует отметить, что возможности установки стеклянного маяка позволяют контролировать деформации, развивающиеся в любых направлениях. К недостаткам следует отнести то, что данный маяк позволяет зафиксировать лишь факт смещения, в результате развития деформации, а величина смещения остаётся неизвестной. Для повышения эффективности данного метода, рядом со стеклянным маяком целесообразно размещать деформационную шкалу, которая фиксирует величину смещения в случае негативного развития деформационного процесса на участке установки. Экспериментальная установка деформационной шкалы DMC 20 (рис. 3, 4) произведена в переходе у грота «Дамские Слёзки», рядом со стеклянным маяком №24. Стеклянный маяк, установленный в паре с деформационной шкалой, является пунктом визуального контроля деформационных процессов (ПВК ДП).

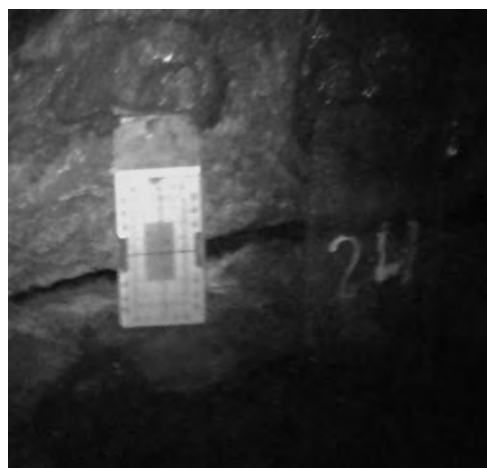


Рис. 4. Оборудованный ПВК ДП.

Дальнейшее развитие сети ПЗ АЭ; ПИК ДП; ПВК ДП позволит выявлять зоны с активными деформационными процессами, и принимать своевременные меры по снижению рисков связанных с негативными последствиями деформационных процессов.

Литература

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам (РД 06-329-99). – М.: ГП НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000. – 66 с.
2. Куксенко В.С. Возможности акустической эмиссии в прогнозировании разрушения горных пород // Системы контроля горного давления. – М.: ИПКОН, 1989. – С. 5-22.
3. Связь между размерами образующихся под нагрузкой трещин и длительностью выделения упругой энергии / В.С. Куксенко, А.И. Ляшков, К.Н. Мирзоев и др. // ДАН СССР. – 1982. – Т. 264. – № 4.
4. Грешников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 276 с.
5. Куксенко В.С. Возможности акустической эмиссии в прогнозировании разрушения горных пород // Системы контроля горного давления. – М.: ИПКОН, 1989. – С. 5-22.
6. Регистрация и обработка сигналов электромагнитного излучения горных пород / М.В. Курленя, А.Г. Вострецов, Г.И. Кулаков, Г.Е. Яковицкая. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 232 с.
7. Рассказов И.Ю. Контроль и управление горным давлением на рудниках Дальневосточного региона / Науч. ред. д-р. техн. наук, проф. Ю.А. Мамаев. – М.: Издательство «Горная книга», 2008. – 329 с.: ил. (Горная книга – ДАЛЬНИЙ ВОСТОК).

КРУПНЫЕ КАРСТОВЫЕ ПРОВАЛЫ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Р.Б. Давыдько

ОАО «Противокарстовая и береговая защита» Россия, 606019, г. Дзержинск, ул. Гастелло, д. 10/15.
Тел./факс: (831-3) 259801; (831-3) 250508; эл. почта: e-mail:karst@kis.ru

В южной части Нижегородской области широко распространены карстовые явления. Они приурочены к карбонатным и сульфатным породам перми и верхнего карбона. Эта часть территории Нижегородской области расположена на северо-западе Приволжской возвышенности, которая, по мнению А.В. Ступишина [1] и многих других исследователей, по интенсивности развития карста и яркости проявления его в рельефе занимает первое место в Среднем Поволжье.

Согласно районированию карста Среднего Поволжья по А.В. Ступишину [1], рассматриваемый район расположен в северной части Окско-Сурской карстовой области, которая занимает северо-западную часть Приволжской возвышенности и сложена карбонатными и сульфатными отложениями пермского возраста. Эти отложения, подверженные карстованию, слагают Горьковские поднятия. Тектоническая приподнятость пермских (сакмарских) гипсо-ангидритовых пород и залегание на них сильно трещиноватых органогенных известняков, имеющих небольшую мощность, известковистых доломитов и доломитов нижнеказанского возраста способствует интенсивному развитию современного карста в пределах карстовой области.

На структуры Горьковских поднятий накладываются структуры более низшего порядка – брахиоантиклинали и купола. Эти локальные поднятия оказывают существенное влияние на динамику подземных вод, определяющую развитие карста на земной поверхности. На данных участках, по А.Н. Ильину [2, 3, 6], уржумские отложения вследствие сильной эродированности и трещиноватости не являются водоупорными. В пределах каждого поднятия возникают свои местные области питания, связанные обычно с выходом на поверхность или близко к ней трещиноватых разрушенных доуржумских отложений. Интенсивный водообмен на участках поднятий способствует довольно быстрому растворению пород, следовательно активному развитию карста.

Рассматриваемая территория расположена в долине р. Оки и ее правобережных притоков Теши с Сережей и долине р. Суры с левобережным притоком р. Пьяной. Карстовые явления здесь развиваются в выделенных А.В. Ступишиным [1] четырех карстовых районах: Правобережный Нижнеокский эрозионно-долинный; Долинно-Пьянский; Левобережный Нижнеокский террасово-песчаный и Теше-Сережинский. В первых двух районах карстующиеся породы перекрыты толщей глин, мергелей и алевролитов уржумского яруса, которая в остальных районах сильно размыва и несет чехол четвертичных флювиогляциальных и аллювиальных отложений, мощность которых в Левобережном Нижнеокском террасово-песчаном районе достигает местами 80-100 м.

Закономерность распространения карста в данном районе определяется, с одной стороны, размывом водонепроницаемых в основном некарстующихся пород пермского возраста и более молодых отложений (вследствие чего карст приурочен к древним ложбинам стока и современным долинам рек Оки и Волги и их притокам), а, с другой стороны, наличием локальных тектонических поднятий, в сводах которых карстующиеся породы приближаются к поверхности, причем иногда не только в долинах, но и на приподнятых междуречьях, даже вблизи водоразделов [1, 2, 6].

Развитию современного карста явно способствовали палеогеографические условия, к которым относится предуржумский континентальный перерыв, где происходило уничтожение верхнеказанских отложений и развитие карста на тектонически приподнятых участках нижнеказанских известняков, доломитов и нижнепермских гипсов. В результате образовался эрозионно-карстовый рельеф с многочисленными останцами, которые прослеживаются на территориях всех четырех карстовых районах, преимущественно в виде погребенных форм

карстового рельефа. Лишь в отдельных случаях в Теше-Сережинском и Долинно-Пьянском карстовых районах останцы частично выходят на дневную поверхность, образуя значительное количество поверхностных и подземных форм карстового рельефа.

Важным палеогеографическим событием на этой территории явился мощный древне-четвертичный размыв талыми ледниковыми водами покровных, преимущественно глинистых отложений уржумского яруса и наложение вместо них на размытую и закарстованную поверхность карбонатно-сульфатных пород водопроницаемых, в основном песчаных отложений, местами с моренными отложениями. Такая геологическая перестройка поверхности, безусловно, способствовала развитию карста.

Необходимо подчеркнуть, что основную роль в развитии карста на всей рассматриваемой территории играют маломинерализованные поверхностные и подземные воды верхней зоны. Получая доступ к карбонатным и сульфатным породам при нисходящей циркуляции, они оказывают на эти породы растворяющее действие. Инфильтрация этих вод наиболее облегчена в пределах локальных поднятий, где растворимые породы непосредственно обнажаются или находятся близко к поверхности. Покрывающие их отложения уржумского яруса обладают хорошей проницаемостью вследствие сильно развитой тектонической трещиноватости. Эти локальные поднятия можно проследить по приподнятой кровле отложений казанского яруса, которые представляют собой, на примере относительно хорошо изученного Рыльковского поднятия в Теше-Сережинском карстовом районе, сильно разрушенные останцы поверхности дотатарского рельефа выходящие на дневную поверхность.

Для данной карстовой области характерны крупные карстовые провалы порядка от 30 м до 100 м и более, которые обусловлены образованием крупных подземных полостей в останцах, сложенных толщей сакмарских гипсов и нижнеказанских известняков и доломитов, разбитых системой вертикальных трещин.

Наличие взаимно пересекающихся вертикальных трещин создает лучшие условия растворения сульфатно-карбонатных пород, чем в других частях массива карстующихся пород. При концентрации потока трещинно-карстовых вод в останце происходит довольно быстрое расширение трещин, в результате эрозионно-коррозионной деятельности подземного водотока и образование полостей в сульфатных породах. Эти полости, развиваясь под защитой кровли карбонатных и вышележащих глинистых отложений татарского яруса и четвертичных образований, могут достигать огромных размеров. Примером может служить разрушенная горными работами Борнуковская пещера, располагавшаяся в устье эрозионно-карстового лога в Долинно-Пьянском карстовом районе. Ширина грота пещеры была до 1950-х годов прошлого века 90х20 м, высота 10 м. Такие полости, постепенно развиваясь, могут, при соответствующих условиях, образовывать очень крупные провалы.

По данным ОАО «Противокарстовая и береговая защита» на территории Нижегородской области в период с 20-х годов прошлого века до 2013 года образовалось более 25 крупных карстовых провалов. Кроме того на этой территории широко распространены более старые крупные карстовые формы рельефа (воронки, котловины, озера), возраст которых более 100 лет. Размеры этих образований достигают часто очень больших размеров порядка 150-200 м и более.

Необходимо отметить, что в последние годы отмечается усиление интенсивности образования крупных карстовых провалов на территории карстовых районов Нижегородской области. Только за период 2005-2013 гг. произошло 6 крупных провалов.

Рассмотрим особенности природных условий провалообразования в Левобережном Нижнеокском террасово-песчаном и Теше-Сережинском карстовых районах, которые приурочены к древним погребенным речным долинам. Прежде всего, необходимо отметить, что эта территория представляет собой район широкого развития, как уже отмечалось, сильно размытых глинисто-мергелистых отложений уржумского яруса. Эти отложения перекрывают карстующиеся породы верхнего и нижнего отделов пермской системы на значительной части территории. Вследствие того, что эта территория находится в осевой зоне Горьковских поднятий или прилегает к этой зоне, карбонатные и сульфатные породы залегают относительно высоко и находятся в сфере воздействия поверхностных и подземных вод. Долины рек Оки,

Теши и Серези на участках эрозионно-тектонических поднятий прорезают всю толщу уржумских пестроцветов, углубляясь в породы казанского яруса, а в отдельных пунктах и в гипсо-ангидритовые породы сакмарского яруса, образуя ложе древних эрозионных ложбин. Толщи пермских пород перекрыты четвертичными, преимущественно флювиогляциальными отложениями. Лишь в восточной части Теше-Серезинского карстового района развиты элювиально-делювиальные суглинки.

Левобережный Нижнеокский террасово-песчаный район охватывает территорию левобережья р. Оки от г. Нижнего Новгорода до впадения р. Клязьмы. Мощность покровных водоносных песчаных отложений определена бурением от 20 до 100 м. Песчаная толща перекрывает на значительных участках территории сильно разрушенные и закарстованные трещиноватые известняки и доломиты казанского яруса верхнего отдела пермской системы. Мощность карбонатной толщи не превышает 10 м. На размытую поверхность казанских отложений, а где они отсутствуют - непосредственно на гипсо-ангидритовую толщу сакмарского яруса, ложатся отложения нижней свиты преимущественно глинистых пород уржумского яруса. Мощность этих отложений до 24 м. Эти отложения занимают большую часть площади, за исключением тех участков, где речной эрозией они размыты нацело и аллювий ложится прямо на казанские или сакмарские отложения. Перепад глубин залегания карстующихся пород в этом районе составляет 20-23 м и более, что говорит об останцовом характере подземного карстового рельефа.

В этом районе за период с 1956 по 2011 гг. по данным ОАО «Противокарстовая и береговая защита» произошло четыре крупных провала размером от 38 до 70 м. Самый большой провал произошел в 1956 г. северо-западнее г. Дзержинска под узкоколейкой, в результате чего опрокинулось три вагона. Размеры провала 70 x 50 м.

На другом Теше-Серезинском карстовом районе карстовые явления также получили широкое распространение, несмотря на относительно большую мощность покрывающей толщи глинистых пород уржумского яруса, где, благодаря значительной тектонической трещиноватости, создались благоприятные условия облегчения доступа поверхностных вод в карстующиеся породы и образования многочисленных крупных карстопроявлений.

Глубокие врезы речных долин и овражно-балочной сети в карбонатные и гипсо-ангидритовые породы и, как следствие этого, интенсивная циркуляция и локализация стока подземных вод, привели к тому, что для данного района характерна активность карста и образование новых очень крупных провалов. При наличии большой мощности покрывающих пород, в особенности глинистых пород уржумского яруса, такие провалы на данной территории достигают гигантских размеров. Так, например, воронка, образовавшаяся в 1932 г., имела диаметр 100 м и глубину до 25 м. Другой провал, образовавшийся в 1957 г., имел размеры до 90 м, глубину до воды 25 м., а последние провалы, образовавшиеся в 2011 г. и 2012 г., имели размеры 130 и 60 м соответственно. Всего в этом карстовом районе по далеко неполным данным с 1932 по 2012 г.г. образовалось 10 крупных провалов диаметром от 40 до 130 м.

Вторая группа крупных карстовых провалов образовалась в Правобережном Нижнеокском эрозионно-долинном и Долинно-Пьянском карстовых районах. Характерная особенность распространения крупных провалов в этих районах - приуроченность большинства их к окраинам крупных возвышенностей. Правобережный Нижнеокский эрозионно-долинный карстовый район расположен на северном выступе Приволжской возвышенности. Второй район расположен на окраинах возвышенности Межпьянье.

Геологическая особенность этих районов - широкое распространение покровных глинистых образований уржумского яруса, юры и четвертичных большей частью глинистых образований. Мощность глинистых образований может достигать 130 м. В отдельных случаях в низовьях овражно-балочных систем, где сильно разрушенные останцы карстующихся пород подходят близко или выходят на дневную поверхность, мощность глинистых пород уменьшается до нескольких метров.

Исследования, проведенные в связи с возникновением очередного крупного провала возникшего в п. Бутурлино в 2013 г., позволили выявить ряд условий и механизм возникновения крупных провалов в Долинно-Пьянском карстовом районе [7]. Очевидно, выявленные условия

и механизм образования Бутурлинского провала помогут восстановить картину образования крупных провалов и в других карстовых районах Окско-Сурской карстовой области.

Карстующимися породами на данной территории являются карбонатные породы (известняки и доломиты) и сульфатные (гипсы) пермского возраста. Карбонатные породы в значительной мере сильно трещиноватые, а местами разрушенные, залегают на глубинах 24-29 м, ниже которых на глубинах 52-60 м залегают сульфаты. Карбонатные породы перекрыты глинистыми отложениями уржумского яруса мощностью 8-10 м, над которыми залегают водонасыщенные пески мощностью 8-10 м и суглинки четвертичного возраста мощностью 5-6 м.

Провал произошел в ночь на 9-10 апреля 2013 г. на южной окраине п. Бутурлино на ул. Железнодорожной.

Интересно высказывание свидетеля провала - жителя д. 26 а по ул. Железнодорожной – Александра Ивановича Ионычева, у дома которого поздно ночью возник провал, частично разрушивший его дом: «...Я проснулся ночью, примерно в 2 часа, от странного шума, который сопровождался треском. Мне показалось, что кто-то пытается залезть в гараж. Взял ружье и фонарь и вышел из дома. Возле дома я увидел на земле громадную «дыру» размером примерно 10 м, в которой не увидел дна и разорванную трубу газопровода. «Дыра» быстро расширялась и приближалась к моему дому. В нее упал соседний нежилой дом и ушел тополь, высотой примерно 15 м. Частично разрушился угол, расположенного напротив моего дома, зернохранилища... Примерно за 30-60 мин воронка выросла до размеров 40-50 м, после чего провал стал быстро заполняться водой из соседнего болота».

Рассмотрим предполагаемый механизм формирования провала, при составлении схем которого были использованы материалы полевых исследований поверхностных и подземных карстовых форм, проведенных автором в 2003-2004 гг. в долине р. Пьяны и р. Сережи (Нижегородская обл.), и совместно с В.В. Толмачевым в республике Башкортостан в 1981 г. Использовались также данные экспериментальных исследований механизма карстовых провалов в глинистых породах татарского (уржумского) яруса, полученные авторами в 70-80 гг. прошлого столетия в Дзержинской карстовой лаборатории ПНИИИС [4, 5, 8], а также данные полевых исследований, проведенные сотрудником этой организации В.Г. Ремизовым при обследовании карстовой пещеры на правом берегу р. Оки, образовавшейся в начале 70-х гг. прошлого века. Кроме вышеперечисленного, использовались материалы по 25 крупным карстовым провалам, которые произошли на территории нашей области с 30-х гг. прошлого века по настоящее время.

Образование таких крупных (гигантских) провалов, как Бутурлинский, на наш взгляд, видимо, связано с формированием очень крупных полостей, которые образуются в условиях Нижегородской области на контакте карбонатных и сульфатных пород, при сочетании крайне благоприятных для их возникновения и развития следующих условий:

1. Наличие прежде всего мощного блока растворимых пород гипса, разбитого системой вертикальных взаимопересекающих тектонических или трещин отседания.

2. В местах максимальной концентрации потока агрессивных подземных вод.

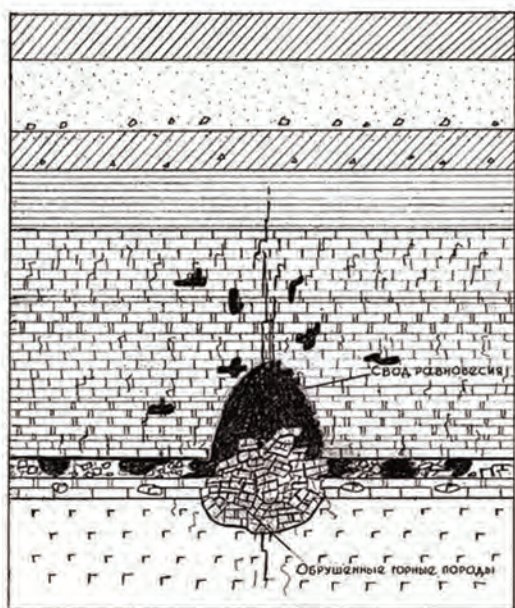
Часто, по нашим наблюдениям, формирование значительных пустот происходит в сильно разрушенных гипсовых останцах, перекрытых трещиноватыми и сильно разрушенными известняками, которые образовались на территории Нижегородской области в конце казанского времени (например, Перевозский и Бутурлинский районы).

Замечено, что образование многих крупных провалов (например, в районе д. Возрождение (Бутурлинский р-н), д. Белозерье (Арзамасский р-н), д. Болотниково (Вадский р-н) и т.д.) происходило ночью, что, видимо, связано с перераспределением напряжений в земной коре при прохождении луны (триггерный эффект).

Началом образования и развития подземной пустоты на участке будущего провала в п. Бутурлино видимо послужила вертикальная тектоническая трещиноватость, которая пронизывает всю толщу коренных пород пермского возраста (гипсов, известняков и глин). Вертикальная тектоническая трещиноватость и сильно трещиноватые и разрушенные известняки способствовали концентрированному подтоку и концентрации агрессивных вод в наиболее растворимую, лежащую в подошве карбонатных пород, гипсовую толщу. В результате на контакте гипсовых пород и известняков, в течение длительного геологического времени стала образовываться полость. Концентрация агрессивных вод на этом участке способствовала более быстрому развитию этой полости, чем на соседних участках.

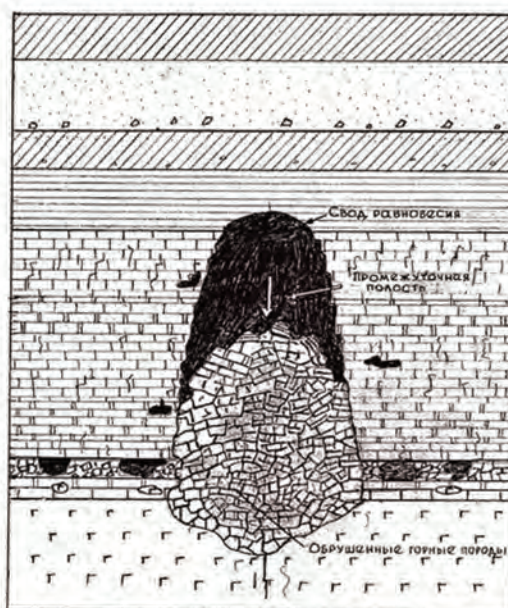
С течением времени пролет полости, образовавшийся в гипсовых породах, достиг критического размера и произошло обрушение ее кровли, состоящей преимущественно из тре-

щитоватых известняков, и образование свода (рис. 1.I). По данным натурных обследований сводов обрушения, сформировавшихся в аналогичных по возрасту трещиноватых известняках в районе Ичалковского бора, величина пролета, при котором образуется сравнительно устойчивые своды в известняках, составляет примерно 15 м, а высота сводов - 12-15 м.



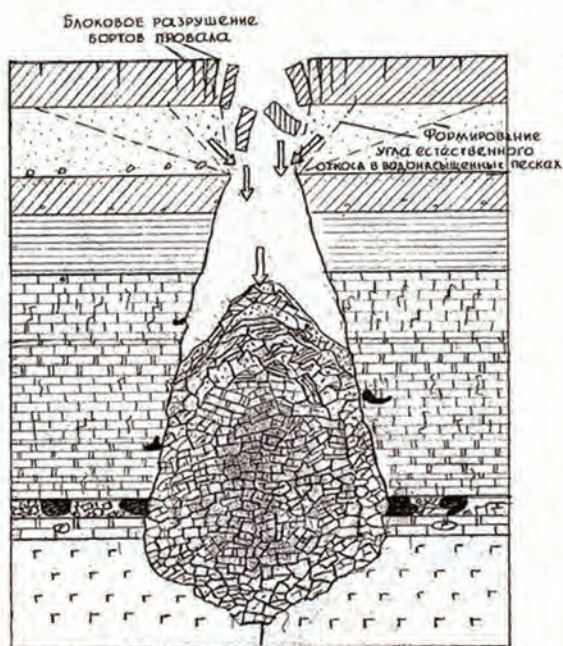
масштаб 1 : 400

Рис. 1.I - Образование полости в известняках с устойчивым сводом равновесия



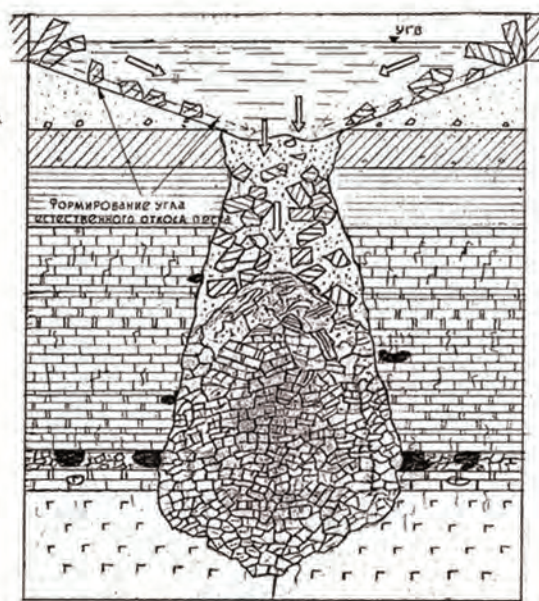
масштаб 1 : 400

Рис. 1.II - Образование полости на контакте известняков и глин



масштаб 1 : 400

Рис. 1.III - Быстрое разрушение вершины провала с образованием угла естественного откоса в водонасыщенных песках и блоковым разрушением суглинков



масштаб 1 : 400

Рис. 1.IV - Окончание процесса образования провальной воронки

С дальнейшим развитием полости в течение очень продолжительного времени пролет полости достиг критических величин примерно 25-30 м. Это привело к дискретному обрушению всей кровли известняков, с образованием вторичной полости в глинистых породах уржумского яруса, где сформировался временный свод равновесия (рис. 1.II). По данным

экспериментальных исследований, проведенных в Дзержинской карстовой лаборатории ПНИИИС в 70-80 гг. прошлого века [5], величина пролета сформировавшегося свода равновесия в глинистых породах достигает 10-12 м. Натурные наблюдения за карстовой пещерой в районе г. Дзержинска подтверждают экспериментальные приведенные данные. С дальнейшим развитием полости, при величинах пролета в глинистых породах примерно 15 м, произошло разрушение свода, и образование многочисленных неустойчивых сводов в рыхлых песчаных и суглинистых четвертичных породах. Свод достигает земной поверхности и происходит образование провала диаметром от 8 м и более (рис. 1.III).

В результате дальнейшего быстрого истечения (выпора) водонасыщенных песков в образующийся провал, до образования в песках угла естественного откоса, который составляет 20-22°, начинается быстрое блоковое разрушение вышележащих суглинков (рис. 1.IV).

При достижении угла естественного откоса процесс истечения песчаных водонасыщенных грунтов прекращается. Замедляется быстрое развитие бортов провала. Провал достигает максимальных размеров ~ 60 м. В дальнейшем начинается процесс длительного уполаживания склонов провала до угла естественного откоса.

Литература

1. Ступишин А.В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. – Казань, 1967. – 291 с.
2. Ильин А.Н., Капустин А.П. и др. Карстовые явления в районе города Дзержинска Горьковской области. Тр. Лабор. гидрогеол. проблем им.Ф.П.Саваренского т. XXXII. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 122 с.
3. Ильин А.Н., Иконников Л.Б. и др. Вопросы изучения карстовых явлений в районе г. Дзержинска. Тр. Лабор. гидрогеол. проблем им. Ф.П. Саваренского. т. XLVII. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 71 с.
4. Давыдько Р.Б., Толмачев В.В. О моделировании механизма карстовых провалов. – Труды ПНИИИС. – М., 1977, т.47. – с. 123-133.
5. Толмачев В.В. Моделирование методом эквивалентных материалов механизма карстовых провалов в связи с освоением сильно закарстованных территорий. Отчет. Тема 24. разд. Е. Дзержинская карстовая лаборатория ПНИИИС. Горьковский инженерно-строительный институт. – Дзержинск, 1976. – 73 с.
6. Ильин А.Н. Подземные воды Алатырско-Горьковских поднятий, условия их разгрузки в районе г. Дзержинска и влияние на развитие карста. Дзержинская карстовая станция. – Дзержинск, 1962. – Фонды ОАО «Противокарстовая и береговая защита» Инв. № 73.
7. Протасова М.А., Толмачев В.В. и др. Заключение по объекту «Проведение изыскательских работ по зонированию и бурению скважин с целью обследования территории, прилегающей к зоне провала в р.п. Бутурлино Нижегородской области для оценки карстоопасности.. ОАО «Противокарстовая и береговая защита». – Дзержинск, 2013. – Фонды ОАО «Противокарстовая и береговая защита». Инв. № 1963
8. Зиангиров Р.С. Провести научные исследования, разработать методику прогноза устойчивости закарстованных территорий и апробировать ее на объектах Нечерноземья и Башкирской АССР. Отчет. ПНИИИС. – Москва-Дзержинск, 1982.

МЕХАНИЗМ (СТАДИИ) ОБРАЗОВАНИЯ КРУПНОГО КАРСТОВОГО ПРОВАЛА В П. БУТУРЛИНО НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.М. Уткин, Р.Б. Давыдько

ОАО «Противокарстовая и береговая защита»
606019, г. Дзержинск Нижегородской обл., ул. Гастелло, д. 10/15

Введение. В ночь с 9 на 10 апреля 2013 г. в п. Бутурлино Нижегородской области произошёл крупный карстовый провал (рис. 1). В момент обследования провала, проведённого на следующий день после его образования, бровки были чёткие, крутизна склонов составляла

90°. По результатам геодезической съёмки, выполненной 3 мая 2013 г., размер провала составил 60-62 м. В образовавшийся провал полностью ушли деревянный жилой дом и тополь (высота ≈15 м). Кроме того, провалом разрушен кирпичный дом и частично разрушен зерновой склад (см. рис. 1). Лишь по счастливой случайности обошлось без человеческих жертв.



Рис. 1. Провал в п. Бутурлино Нижегородской области (апрель 2013 г.)

Следует отметить, что в 77 м южнее образовавшегося провала проходит магистральная железная дорога направления Москва-Казань (участок Арзамас-II – Канаш, 487 км). Поэтому данный провал привлёк внимание и железнодорожников.

В данной работе детально остановимся только на закономерностях и механизме произошедшего провала, предварительно выполнив краткий анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий участка провала. Для оценки этих условий был проведён комплекс инженерно-геологических (карстологических) изысканий [7], включающий в себя следующие основные работы: (1) рекогносцировочное обследование, (2) статическое зондирование, (3) бурение глубоких скважин («на карст»).

Инженерно-геологические (карстологические) изыскания. По результатам проведения **детальной полевой рекогносцировки** территории вокруг образовавшегося провала, было зафиксировано множество *поверхностных карстопоявлений*, основные из которых: котловина с берегами фестончатого типа (местное название – «Прорва»), карстовые озёра круглой, овальной и неправильной (в результате слившихся воронок) форм, воронки, не заполненные водой, просадки (глубиной до 0,5 м).

После этого на рассматриваемой территории было выполнено **статическое зондирование** покровной толщи грунтов. По результатам данного вида изысканий было зафиксировано множество зон *разуплотнённых песков*, максимальная мощность которых, в зоне бровок провала, составила 4,2 м. Кроме того, по результатам зондирования была выявлена погребённая карстовая воронка.

Окончательные инженерно-геологические условия территории расположения провала были установлены по результатам **бурения глубоких скважин «на карст»**.

В **геологическом строении** рассматриваемой территории участвуют отложения четвертичной и пермской систем.

Четвертичная система представлена *делювиально-солифлюкционными отложениями и аллювиальными отложениями II надпойменной террасы р. Пьяны*.

Первые – сложены макропористыми суглинками, от твёрдых до мягкопластичных. Мощность их изменяется от 4,4 до 6,4 м.

Вторые – от подошвы суглинков и до глубины 11,0 м сложены песками кварцевыми, водонасыщенными, различной крупности и плотности сложения.

Пермская система представлена средним и нижним отделами. Средний отдел представлен *уржумским и казанским ярусами*, а нижний – *сакмарским*.

Отложения уржумского яруса вскрыты на глубине 14,0-15,5 м и были разделены на два слоя в виду существенного различия в их физико-механических свойствах. Первый – представляет собой элювий уржумских отложений и сложен глинами слабыми, местами перемятыми. Мощность его изменяется от нуля до 8,8 м. Второй слой представлен глинами, но уже плотными и твёрдыми. Мощность его варьируется от 5,3 до 13,3 м.

В этих отложениях одной скважиной были вскрыты небольшие этажно-расположенные полости. Также данной и расположенной вблизи нее скважиной были вскрыты одиночные полости, высотой до 0,4 м. Эти полости заполнены перемятой глиной и водой.

Суммарная мощность данных отложений составила 8,8-14,8 м. Они залегают трансгрессивно на сильно размытой и закарстованной поверхности казанских отложений.

Отложения казанского яруса вскрыты на глубине 24,3-28,8 м. Они представлены преимущественно доломитами, а также окремнёнными, доломитизированными известняками, крупнопористыми, сильно трещиноватыми.

Пробуренными скважинами было вскрыто множество разрушенных зон и полостей. Полости зафиксированы, как заполненные водой, так и разрушенными карстующимися породами, редко четвертичными отложениями.

Мощность отложений составила 28,0-30,0 м. Они также залегают на глубоко размытой и закарстованной поверхности сакмарских отложений.

Отложения сакмарского яруса вскрыты на глубине 52,3-56,7 м. Они до глубины 101 м представлены гипсом разных генераций, от слабо- до сильнотрещиноватого, от очень слабого до очень крепкого.

Скважинами были зафиксированы разрушенные зоны, «зоны цементации древнего карста» и полости, заполненные водой или разрушенными карстующимися породами.

Гидрогеологические условия рассматриваемой территории характеризуются наличием двух основных водоносных горизонтов: аллювиального и трещинно-карстового.

Аллювиальный водоносный горизонт приурочен к четвертичным отложениям. Горизонт характеризуется высокой водообильностью и агрессивностью вод по отношению к карстующимся породам. Уровни грунтовых вод при проведении инженерно-геологических изысканий зафиксированы на глубине 2,5-3,7 м, что на 0,6-2,1 м выше пьезометрического уровня трещинно-карстовых вод. Питание горизонта осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков, а основная его разгрузка происходит в р. Пьяну и в нижележащий водоносный горизонт.

Трещинно-карстовый водоносный горизонт приурочен к карбонатным и сульфатным отложениям казанского и сакмарского ярусов пермской системы. Воды напорные. Высота напора в период проведения изысканий составила 19,7-24,4 м. Основная область питания горизонта располагается за пределами исследуемого участка, а частичная его подпитка происходит за счёт аллювиальных и речных вод. Разгрузка горизонта происходит в р. Пьяну. Верхним относительным водоупором для горизонта служат отложения уржумского яруса. Агрессивность вод по отношению к карстующимся породам изменяется от неагрессивных до агрессивных (на участках отсутствия водоупора), вследствие гидравлической взаимосвязи трещинно-карстового и аллювиального горизонтов.

Таким образом, исходя из проведённого комплекса инженерно-геологических изысканий установлено, что на исследуемой территории и в её окрестностях происходит интенсивное протекание карстовых процессов. При этом зафиксированные карстопроявления, в т.ч. и поверхностные, по нашему мнению также связаны с наличием новейших тектонических движений.

Обстоятельства, влияющие на механизм провалообразования. При дальнейшем анализе механизма провалообразования учитывались следующие основные обстоятельства:

1. Геологическое строение покровной толщи грунтов и карстующихся пород в зоне расположения провала и его окрестностях, установленное по результатам проведения комплекса инженерно-геологических (карстологических) изысканий.

По литологии карстующихся пород карст на рассматриваемом участке строительства относится к сульфатно-карбонатному типу, а по расположению карстующихся пород относительно земной поверхности – к покрытому типу [4].

Как указывалось выше, при описании инженерно-геологических условий рассматриваемой территории, покровная толща грунтов частично сложена аллювиальными отложениями II надпойменной террасы, которые представлены водонасыщенными песками различной плотности сложения (в т.ч. рыхлыми). Следовательно, можно утверждать, что карстовые процессы на рассматриваемой территории осложнены суффозионными процессами [1, 5, 8-11, 13, 14], возникающими в результате проникновения (переноса) водонасыщенных песков в полости, трещины, каверны, разрушенные зоны карстующихся пород. Это обстоятельство также было зафиксировано и по результатам проведения буровых работ. Кроме того, перенос рассматриваемых пород может происходить в полости и трещиноватые зоны глинистых пород. Поэтому процесс провалообразования относится к смешанному типу [11-13], который связан с провальной и суффозионной опасностью. Суффозионные процессы наиболее активизированы в зоне, примыкающей к железной дороге, вследствие воздействия на грунтовый массив вибродинамических нагрузок [3, 5, 9, 10].

2. *Гидрогеологические условия исследуемой территории и скорость растворения карстующихся пород.*

Гидрогеологические условия способствуют развитию карстово-суффозионных процессов на рассматриваемой территории.

Кроме того, следует учитывать тот факт, что скорость растворения сульфатных пород примерно в 100 раз больше, чем скорость растворения карбонатных пород [4, 9, 10].

3. *Сведения очевидцев, наблюдавших процесс образования и развития провала в первые часы его образования.*

Жители разрушенного дома №26 «А» по ул. Железнодорожной, проснулись из-за необычного треска (скрежета) металлической кровли зернохранилища, расположенного напротив их дома. Выйдя из дома, они заметили яму округлой формы, диаметром около 15-20 м и глубиной 10-15 м. Затем провальная впадина на глазах жителей стала быстро расширяться за счёт обрушения её бортов и, вскоре достигла дома №26 «А» и зернохранилища. Диаметр провала увеличился примерно до 60 м. Сильного подземного шума или ударов вследствие обрушения горных пород жители не слышали. По их сведениям на дне ямы было небольшое количество воды. Когда провальная впадина, расширяясь, достигла рядом расположенного озера, она стала интенсивно наполняться водой.

4. *Наличие рядом и в окрестности произошедшего провала множества понижений карстового генезиса.*

5. *Результаты исследований механизма образования провалов путём физического их моделирования на специальных стендах в лаборатории методом эквивалентных материалов и полевых исследований [5, 6, 8-13].* Кроме того, был проанализирован ряд зарубежных публикаций по вопросу закономерностей провалообразования [1, 2, 14-17].

На основании этих исследований, применительно к поставленной задаче, было акцентировано внимание на следующих выводах:

- На рассматриваемой территории существует система взаимосвязанных карстовых полостей [1, 2, 6, 8, 9, 15-17], соединённых трещинами и каналами;
- Крупные полости в карстующихся породах возникают в местах пересечения тектонических трещин [1, 2, 8, 15-17];
- Как правило, в рассматриваемых инженерно-геологических условиях образованию провала предшествует формирование системы сводов в покровной толще грунтов над карстовой полостью, которые с течением времени, дискретно приближаются к земной поверхности [9-13];
- В результате процесса сводообразования происходит разуплотнение и разрушение горных пород [1, 2, 12, 14];
- При наличии в разрезе водонасыщенных песков происходит интенсивное их сдвигание (выпор) в подземные карстопроявления [11, 13, 14]. При этом, как правило, имеют место деформации земной поверхности типа просадок или небольшие провалы.

Механизм (стадии) провалообразования. Началом образования карстовой полости послужила вертикальная тектоническая трещиноватость отложений пермского возраста. Она

способствовала концентрированному поступлению воды в наиболее растворимую сульфатную (гипсовую) толщу, подстилающую карбонатные (известняковые) отложения. В течение длительного геологического времени на контакте гипсов и известняков стала развиваться полость (рис. 2). Более быстрому её развитию также способствовала агрессивность подземных вод.

С течением времени происходило развитие полости. Когда пролёт полости достиг определённого критического размера, произошло обрушение её кровли с образованием устойчивого свода равновесия (рис. 3).

В дальнейшем, с развитием полости в течении продолжительного времени её пролёт достиг критической величины ($\approx 25-30$ м), что привело к дискретному обрушению всей кровли известняков. В результате этого образовались вторичная (промежуточная) полость в глинистых породах уржумского яруса и свод равновесия (рис. 4).

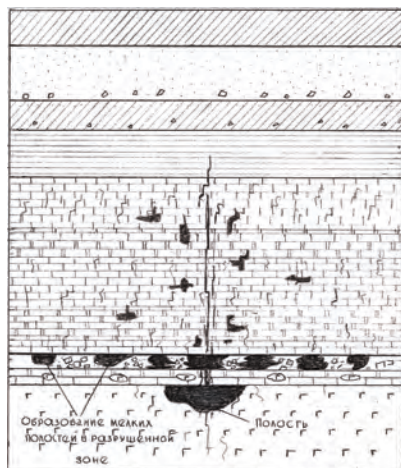


Рис. 2. Образование крупной полости на контакте сульфатных и карбонатных пород

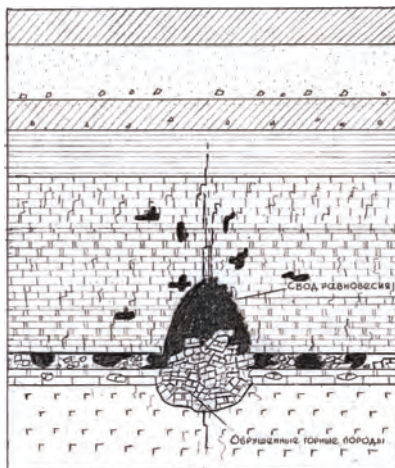


Рис. 3. Развитие полости в известняках с образованием устойчивого свода равновесия

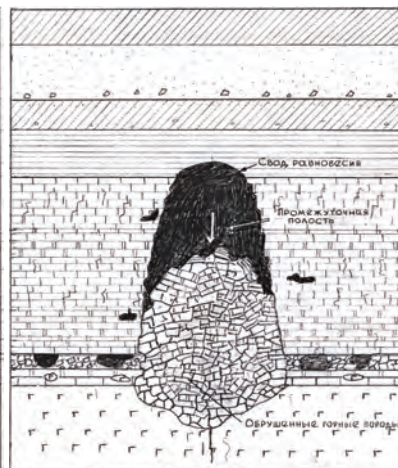


Рис. 4. Образование промежуточной полости на контакте известняков и глин с формированием свода равновесия

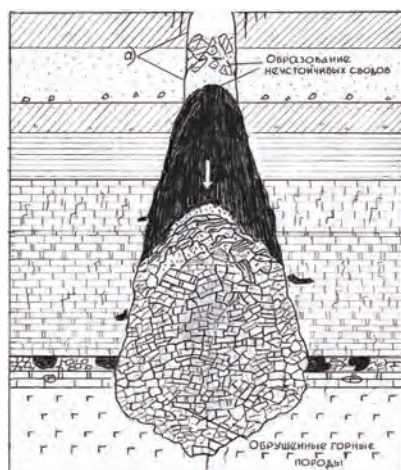


Рис. 5. Выход провала на земную поверхность

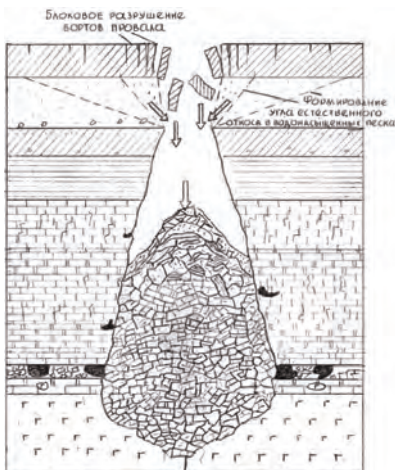


Рис. 6. Быстрое блоковое разрушение бортов провала и формирование угла естественного откоса в песках

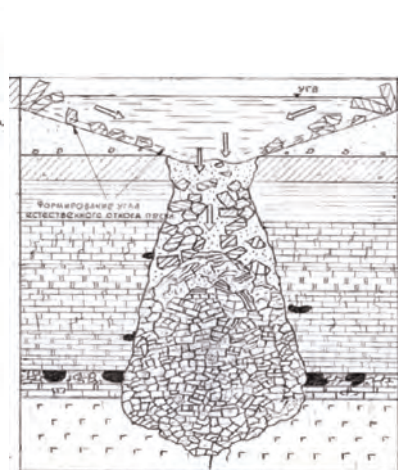


Рис. 7. Завершение процессов развития провальной воронки

В результате дальнейшего развития промежуточной полости до величины ≈ 15 м произошло разрушение свода равновесия и образование многочисленных неустойчивых (временных) сводов в четвертичных отложениях. Затем свод практически достиг земной поверхности и произошло образование провала, диаметр которого составил не менее 10 м (рис. 5). После этого в результате последующего быстрого выпора (истечения) водонасыщенных песков в об-

разовавшийся провал происходило быстрое блоковое разрушение вышележащих суглинков (рис. 6). При достижении угла естественного откоса у водонасыщенных песков ($\approx 20-25^\circ$) процесс их выпора практически прекратился. Замедлилось и развитие бортов провала. В результате этих процессов провал достиг диаметра ≈ 60 м.

В дальнейшем будет происходить процесс длительного выполаживания бортов провала до угла естественного откоса грунтов, слагающих покровную толщу.

Литература

1. Адерхолд Г. Классификация провалов и мульд оседаний в карстоопасных районах Гессена – Рекомендации по оценке геотехнических рисков при проведении строительных мероприятий (перевод с немецкого В.В. Толмачёва; под редакцией проф. Е.В. Копосова). – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2010.
2. Андрейчук В.Н. Провалы над гипсовыми пещерами – лабиринтами и оценка устойчивости закарстованных территорий. – Черновцы, 1999.
3. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути в карстоопасных районах. ОАО «РЖД». – М., 2011.
4. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. Департамент градостроительного развития территории Нижегородской области. ОАО «Противокарстовая и береговая защита». – Нижний Новгород, 2012.
5. Рекомендации по использованию инженерно-геологической информации при выборе способов противокарстовой защиты (под редакцией В.В. Толмачёва). – М.: ПНИИИС, 1987.
6. Саваренский И.А., Миронов Н.А. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста. – М.: ПНИИИС, 1995.
7. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов / Госстрой России. – М., 2000.
8. Толмачёв В.В., Карпов Е.Г., Хоменко В.П., Мартин В.И., Давыдько Р.Б. Механизм деформаций горных пород над подземными карстовыми формами // Инженерная геология. – 1982, №4. – С. 46-59.
9. Толмачёв В.В., Ройтер Ф. (при участии Хоменко В.П., Молека Х., Зудерлау Г.) Инженерное карстование. – М., 1990.
10. Толмачёв В.В., Троицкий Г.М., Хоменко В.П. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий (под редакцией Е.А. Сорочана). – М., 1986.
11. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов // под ред. В.В. Баулина. – М., 2003.
12. Хоменко В.П. Карстово-обвальные провалы «простого типа»: полевые исследования // Инженерная геология. – 2009, №4. – С. 40-42.
13. Хоменко В.П. Карстово-суффозионные процессы и их прогноз (под редакцией Р.С. Зиангирова). – М., 1986.
14. Fenk J. Eine Theorie zur Entstehung von Tagesbrüchen über Hohlräumen im Lockergebirge. – Leipzig, 1981.
15. Karst management (Editor P.E. Van Beynen). – Dordrecht-Heidelberg-London-New York, 2001.
16. Reuter F., Tolmačev V.V. (unter Mitarbeit von H. Molek, G. Suderlau und V.P. Chomenko). Bauen und Bergbau in Senkungs- und Erdfallgebieten (Eine Ingenieurgeologie des Karstes). – Berlin, 1990.
17. Sowers G.F. Building on sinkholes (Design and construction of foundations in karst terrain). – New York, 1996.

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ МОНИТОРИНГА КАРСТОВЫХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ ТЕРМОМЕТРИИ

В.Л. Барабанов¹, В.Б. Зырянов²

¹Институт проблем нефти и газа РАН, 119333, Москва, ул. Губкина, 3.

²ВНИИГеосистем, 117105, Москва, Варшавское ш., 8.

Воронцовская карстовая система находится в пределах Горно-Колхидской спелеологической провинции, охватывающей юго-западный склон Большого Кавказа между рекой Сочи и Сурамским хребтом. Воронцовская система включает в себя подсистемы Большую Воронцовскую, Долгую и Лабиринтовую, расположенные в верховьях реки Кудепсты. Система представляет собой сложный лабиринт подземных галерей и гротов длиной более 11 км. В геологическом отношении Воронцовская карстовая система приурочена к северо-западному периклинальному окончанию Воронцовской антиклинали, сложенной преимущественно верхнемеловыми известняками.

Схема ближней части Воронцовской карстовой системы представлена на рис. 1 (по материалам сайта ru.wikipedia.org).

Вход в Большую Воронцовскую пещеру представляет собой триаду внушительных по размеру залов: Пантеон, Прометей и Очажный. Залы высотой до 30-40 м соединяются между собой многочисленными галереями, часть из которых промывается водой, в то время как остальные остаются сухими в любое время года. Дальняя часть Большой Воронцовской пещеры начинается с хода Жилина и представляет собой сложный лабиринт размытых трещинных зон, ориентированных преимущественно на северо-запад и северо-восток. Водотоки по галереям пополняются из узких трещин в стенках и кровлях. Встречаются вертикальные колодцы глубиной до 7-8 м (рис. 2). Северо-восточным окончанием Большой Воронцовской пещеры является Сталагмитовая галерея, размером 200x15x20 м, дно которой покрыто слоем глины толщиной до 5-7 м.

Узкий ход (ход Метро) выводит из Большой Воронцовской в Лабиринтовую пещеру. Ориентировка основных галерей Лабиринтовой пещеры не отличается от ориентировки галерей Большой Воронцовской. Северо-западной осью Лабиринтовой пещеры служит Главная галерея, высота потолка которой достигает 20 м при среднем расстоянии между стенками 1.5-2 м. От Главной галереи отходят остальные ходы и галереи Лабиринтовой. Среди них выделяется Египетское кольцо обилием разнообразных натечных кальцитовых форм: сталактитов, сталагмитов, занавесей



Рис. 1. Схема ближней части Воронцовской карстовой системы.

и т.д. (рис. 3). Лабиринтовая пещера более обводненная, чем Большая Воронцовская; сухие залы и галереи практически отсутствуют.

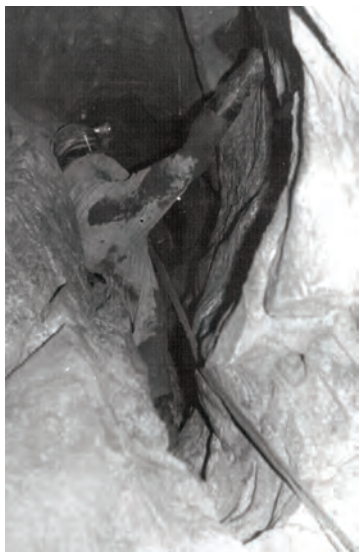


Рис. 2. Колодец Кузьменко
(фото В.Б. Зырянова)



Рис. 3. Натечные образования в зале Египетское кольцо
(фото В.Б. Зырянова)

Своеобразными в геологическом отношении подземными структурами Воронцовской карстовой системы являются обвальные залы, через которые происходит обильное поступление поверхностных вод сквозь поноры и карстовые воронки. Эти залы имеют высоту до 20-30 м, кровля их максимально приближается к земной поверхности и часто осыпается, из-за чего дно залов покрыто глыбами известняка и почвой. В таких залах широко развиты так называемые «органные» трубы – узкие вертикальные желоба с отполированными водой стенками. К числу таких структур относятся: зал Пещерного Медведя, соединяющийся с гротом Очажным; Медвежий участок в северо-восточном торце Сталагмитовой галереи; начало Ленинградского участка и др.

При обследовании Воронцовской системы в период, охватывающий январь и февраль месяцы, проводились мониторинговые измерения температуры подземных водотоков, воздуха и стенок в 18 пунктах, расположенных в пределах Большой Воронцовской и Лабиринтовой пещер. В работах принимали участие: В.Л. Барабанов, А.Л. Барабанов, В.Б. Зырянов, С.Е. Игнатов, М.А. Николаев, С.В. Шипунов, А.А. Широков, Л.В. Ширяев. Погрешность замеров составляла 0,1°C. Так случилось, что приблизительно посередине интервала мониторинга резко изменилась погода: температура воздуха увеличилась с -3°... -1°C до +9°... +11°C, что сопровождалось интенсивным снеготаянием. Если в начале наблюдений толщина снежного покрова достигала 400 мм, то к концу наблюдений поверхность в пределах изогипсы +600 м от снега полностью освободилась. Резкое потепление заметно повлияло на характер поверхностных водотоков: например, река Кудепста уже не поглощалась полностью карстовыми воронками ниже входа в Лабиринтовую пещеру, а попадала под землю непосредственно через зал Прометей.

В таблице 1 представлена выборка наиболее характерных замеров температуры водотока и воздуха в 18 пунктах Воронцовской карстовой системы, проведенных, соответственно, до и после начала интенсивного снеготаяния на поверхности.

Температуры реки Кудепсты перед входом в зал Прометей в период интенсивного снеготаяния составляла 4,3°C.

Несмотря на относительно небольшое число выполненных температурных измерений и неравномерную сеть пунктов наблюдений, некоторые выводы можно сделать из графиков зависимостей температуры воздуха под землей от температуры подземных водотоков в тех же пунктах. Эти графики представлены на рис. 4.

Таблица 1

Выборка результатов температурного мониторинга Воронцовской карстовой системы

№№ пунктов	Местонахождение	Абс. отметка, м	Расстояние от земной поверхности, м	Вода, °С			Воздух, °С		
				до	после		до	после	
Большая Воронцовская пещера									
1	Ход Жилина	480	75	8,4	8,7	8,8	-	7,6	8,2
2	Ход Жилина	465	95	7,8	8,0	6,6	-	6,8	7,5
3	Колодец Кузьменко	470	120	8,4	6,4	7,5	-	8,5	8,0
4	Сталагмитовая галерея	470	130	8,5	8,4	7,4	-	8,9	8,2
5	Сталагмитовая галерея	490	75	8,6	8,6	8,4	9,8	9,3	8,9
Лабиринтовая пещера									
6	Ход Метро	490	70	6,5	6,5	6,3	-	8,4	7,8
7	Вход в Главную галерею	470	115	7,1	6,2	7,6	-	7,6	8,2
8	Главная галерея	470	115	7,0	-	-	-	-	-
9	Главная галерея	470	120	6,9	6,9	-	-	8,8	-
10	Лагерный ход	485	100	7,8	-	-	-	-	-
11	Египетское кольцо	490	75	5,5	-	6,6	-	-	8,2
12	Зал Песчаных холмов	490	100	-	6,9	-	-	9,4	-
13	Ход Бред	495	80	-	-	5,0	-	-	6,5
14	Верхний зал	505	85	-	6,0	-	-	6,8	-
15	Ход Кольцо	525	55	-	6,9	-	-	9,7	-
16	Сифон	535	25	-	-	3,9	-	-	6,5
17	Большой Тупик	540	40	-	-	9,5	-	-	9,6
18	Большой Тупик	545	50	-	-	9,4	-	-	-

Интерпретация графиков следующая. В первом цикле температурных измерений точки, принадлежащие Большой Воронцовской и Лабиринтовой пещерам, группируются в самостоятельные зависимости (1 и 2), характерным признаком которых является широкий диапазон температур воздуха (6,5-9,6°С) при сравнительно постоянных температурах водотоков (8,0-8,6°С для Большой Воронцовской и 6,2-6,5°С для Лабиринтовой). Измерения, проведенные после снеготаяния, уже не различаются территориально, а группируются в общую зависимость 3, причем диапазон температур водотоков увеличивается при том же диапазоне температур воздуха. На основании этого графика можно сделать вывод о нарушении нормального разобщенного теплового режима двух самостоятельных, хотя и гидрогеологически связанных пещер вследствие интенсивного притока поверхностных вод и установлении общего теплового режима.

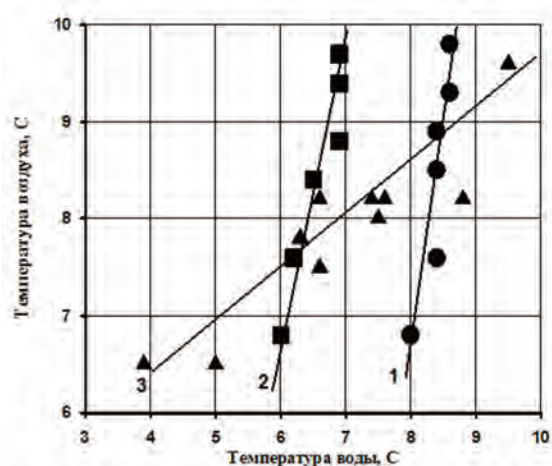


Рис. 4. Зависимости температуры воздуха от температуры водотока в Большой Воронцовской и Лабиринтовой пещерах: 1 – Б. Воронцовская до снеготаяния, 2 – п. Лабиринтовая до снеготаяния, 3 - объединенная зависимость после снеготаяния.

Таким образом, одной из возможностей температурного мониторинга карстовых систем является установление их гидрогеологической связи. Разумеется, время проведения температурного мониторинга необходимо планировать таким образом, чтобы перекрыть прогнозный период снеготаяния и резкого увеличения поступления в карстовые системы поверхностных водотоков. Отметим также, что температурные наблюдения желательны по возможности дополнить независимыми геофизическими и гидрогеологическими наблюдениями, что резко повысит информативность полученных данных.

КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА И РЕКРЕАЦИИ

И.В. Ланцова, Н.А. Журавлёва

ОАО «Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве», 105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 18

Роль туризма в структуре мировой экономики постоянно возрастает. Туризм и рекреация относятся к наиболее прибыльным отраслям экономики и зачастую являются более выгодными, чем промышленность или сельское хозяйство.

По данным Всемирной туристской организации (ВТО) туризм по мировому объёму доходов занимает пятое место среди самых эффективных отраслей (после нефтяной, информационной, игорно-развлекательной и автомобильной).

За последние 20-25 лет темпы роста туристской отрасли были очень высокими даже в странах с неблагоприятной конъюнктурой туристского рынка и периодами экономического кризиса. Туризм активно стимулировал развитие связанных с ним отраслей экономики, а именно: транспорта, торговли, связи, сельского хозяйства, производства товаров народного потребления и др.

Помимо получения прямой прибыли от развития туризма, он играет также важную социально-экономическую роль, т.к. способствует созданию рабочих мест и существенно повышает занятость населения.

Организация отдыха значительного количества людей является также важным социальным фактором оздоровления населения, что особенно актуально именно сейчас в связи с ускорением ритма жизни, возрастанием физических, психологических и эмоциональных нагрузок, приводящих к стрессовым состояниям и увеличению количества сердечно-сосудистых и нервных заболеваний. По медицинской статистике, люди, посвящающие отпускное время непосредственно отдыху, в 3-4 раза меньше подвержены различного рода заболеваниям, у них заметно повышается жизненная активность и работоспособность, что в масштабах государства приносит значительный экономический эффект.

Туристско-рекреационные ресурсы имеют довольно сложную структуру, в которой можно выделить три крупных блока: культурно-историческое наследие, природные и трудовые ресурсы.

В настоящее время всё более интенсивно для целей туризма и рекреации используются природные рекреационные ресурсы, к которым относятся: климатические, геологические, гидрогеологические, геоморфологические, почвенно-растительные, водные, ресурсы животного мира и уникальные лечебные (минеральные воды, лечебные грязи и т.д.). Сочетания природных ресурсов, их качественные и количественные характеристики определяют рекреационную ценность территории.

Карстовые процессы активно развиваются в районах распространения так называемых карстующихся пород (известняков, доломитов, гипсов, ангидритов и др.), которые легко растворяются природными подземными и поверхностными водами. Карстующиеся породы широко представлены практически во всех регионах мира, обуславливая формирование специфических карстовых форм рельефа.

Таким образом, возникновение и развитие карста обусловлено:

- наличием водорастворимых пород;
- наличием проточной воды и степенью ее минерализации;
- геологическим строением территории;
- рельефом местности;
- трещиноватостью пород;
- характером растительности;
- климатическими условиями.

В результате растворяющей деятельности поверхностных и/или подземных вод в толще карстующихся пород образуются карстовые формы рельефа, подразделяющиеся на поверхностные и подземные. Из поверхностных форм карстового рельефа наиболее часто встречаются провальные формы – воронки конусовидной и блюдцевидной формы и озера (рис. 1), а среди подземных карстовых форм – пещеры.



Рис. 1. Карстовое озеро в п. Серноводск (Самарская обл.). Фото И.В. Ланцовой

По классификации Н.А. Гвоздецкого [2] были выделены следующие морфолого-генетические типы карста:

- 1) погребенный, или ископаемый карст;
- 2) бронированный карст;
- 3) покрытый карст;
- 4) задернованный карст;
- 5) полуздернованный и частично задернованный карст;
- 6) голый карст;
- 7) останцовый тропический карст (на территории бывшего СССР только реликтовый);
- 8) карст, развивающийся в условиях вечной мерзлоты;
- 9) морской карст.

Формирование карстового рельефа создаёт совершенно уникальные объекты природы и ландшафты, в ряде мест существенно повышая живописность и привлекательность территорий. Такие формы рельефа как карры, воронки и озёра, карстовые колодцы и шахты, вытянутые замкнутые котловины – слепые долины, пещеры и горные останцы широко используются для экстремального, спортивного и познавательного туризма (рис. 2). Ряд объектов, в основном пещеры и озёра, используются в лечебно-оздоровительных целях.

Карстовые формы рельефа пользуются большим спросом у туристов и в значительной мере повышают туристско-рекреационную ценность территории.

Однако следует учитывать, что карст относится к опасным экзогенным геологическим процессам, весьма динамичным и быстро развивающимся. Интенсивное карстообразование приводит к возрастанию вероятности экологических рисков и, зачастую, в карстоопасных районах туристско-рекреационные объекты подвергаются риску разрушения.

По определению «экологический риск - вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера» [1].



Рис. 2. Карстовые останцы на реке Лицзян (Гуйлинь, Китай). Фото И.В. Ланцовой

Экологические риски классифицируются по ряду показателей:

- масштабу (глобальные, региональные, локальные),
- степени проявления (незначительной и повышенной экологической опасности, чрезвычайно опасные, экологическое бедствие),
- объекту воздействия (отдельные компоненты природной среды, элементы экосистемы и экосистемы в целом и т.д.),
- продолжительности рискованной ситуации (весьма продолжительные, продолжительные, кратковременные);
- видам воздействия на компоненты природной среды и человека (механические, химические, биологические, физические),
- степени допустимости (допустимые, относительно допустимые и недопустимые) и прогнозирования (непрогнозируемые, относительно прогнозируемые, прогнозируемые),
- возможности предотвращения (не предотвратимые, относительно предотвратимые, предотвратимые).

Экологические риски, связанные с карстообразованием относятся к рискам, вызванным негативным воздействием природного характера, и могут классифицироваться по тем же показателям. Как правило, по масштабу проявления они относятся к локальным и (реже) – региональным. Степень проявления процессов карстообразования – незначительной и повышенной экологической опасности¹. Объектами воздействия карста являются: геологическая среда и рельеф, земельные и почвенные ресурсы, растительность, животный мир, поверхностные и подземные воды. Причём процессы карстообразования изменяют как количественные, так и качественные характеристики компонентов природной среды. Объектами воздействия могут быть также отдельные элементы экосистем и локальные экосистемы в целом (например, экосистема карстового озёра).

По продолжительности рискованной ситуации экологические риски в районах карстообразования могут оцениваться как продолжительные и кратковременные.

Виды воздействия при карстообразовании – физико-химическое (растворение), химическое (изменение химического состава компонентов природной среды) и механическое (обрушение горных пород, уничтожение почвенного покрова и т.д.).

Степень допустимости определяется интенсивностью и масштабами проявления карстообразования и, в основном, характеризуется как относительно допустимая и допустимая. При организации и проведении мониторинга закарстованных территорий экологические риски



Рис. 3. Разрушение дома в результате активизации процесса карстообразования (Самарская область). Фото И.В. Ланцовой

являются прогнозируемыми и относительно прогнозируемыми. В случаях активизации карстообразования в результате антропогенного фактора (в основном – утечки из водоподводящих и водоотводящих сетей) экологические риски оцениваются как предотвратимые.

В районах карстообразования в целях предотвращения экологических рисков необходимо проводить постоянные наблюдения (мониторинг) за развитием процессов, изменением характеристик существующих форм карстового рельефа и возникновением и формированием вновь образующихся с целью разработки мероприятий по снижению вероятности возникновения экологических рисков и разрушения зданий и сооружений (рис. 3).

¹ Здесь рассматриваются экологические риски, а с точки зрения воздействия на здания и сооружения процессы карстообразования могут носить катастрофический характер, проявляющийся в полном обрушении объектов капитального строительства

Основная цель полноценного отдыха с использованием природных рекреационных ресурсов заключается в восстановлении физического, психологического и эмоционального состояний отдыхающих. Учитывая это обстоятельство, комплексный мониторинг закарстованных территорий в районах интенсивного развития туризма и рекреации включает сбор и анализ информации не только о масштабах, интенсивности развития и направленности процессов карстообразования, но и данных об их негативном воздействии на экологическое состояние компонентов природной среды.

При этом необходимо учитывать, что основным требованием развития туризма и рекреации в районах интенсивного развития карста является безопасность посещаемых природных объектов и рекреационных зданий и сооружений для отдыхающих.

Организация и проведение мониторинга на карстоопасных территориях проводится в несколько этапов (рис. 4).



Рис. 4. Блок-схема организации и проведения мониторинга

На первом (подготовительном) этапе собирается и анализируется вся имеющаяся информация (фондовые и литературные данные, картографические материалы) о геологическом и гидрогеологическом строении территории, геоморфологических, климатических, почвенно-растительных условиях и гидрологических особенностях территории. Сбору и анализу подлежат также информации об условиях землепользования, характере и особенностях застройки территории, её промышленном освоении, наличии, расположении и состоянии коммуникаций, в частности систем водоснабжения и водоотведения.

На втором этапе проводится рекогносцировочное обследование территории с целью уточнения существующей на местности ситуации, обоснования границ площади наблюдений и объектов, требующих мониторинговых исследований.

На основании анализа данных подготовительного этапа и рекогносцировочного обследования разрабатывается программа проведения мониторинговых наблюдений на исследуемой территории с обоснованием сети пунктов наблюдений и наблюдаемых параметров. В программе также указывается периодичность наблюдений и их продолжительность.

Заключительным этапом является камеральная обработка полученных данных, их анализ и разработка мероприятий по снижению экологических рисков и рисков разрушения зданий и сооружений.

При организации и проведении мониторинга карстовых территорий предусматриваются:

- инженерно-геологические и гидрогеологические исследования по уточнению геологического строения и гидрогеологических условий территории исследований (бурение геологических и гидрогеологических скважин, их подробное описание, наблюдения за изменением уровня подземных вод, отбор проб грунта и воды для определения химических показателей);
- геофизические исследования для оценки состояния и положения кровли прочных и разрушенных карбонатных пород, определение геофизических параметров основных литологических разностей, выявления и оконтуривания ослабленных зон на участках тектонических нарушений;
- геоморфологические исследования с целью выявления участков активизации карстовых процессов, переформирования рельефа и уточнения местоположения площадок мониторинговых наблюдений;
- уточнения климатических характеристик (сезонные и годовые характеристики температурного режима, выпадения осадков и поверхностного стока, ветрового режима и др.);
- геодезические наблюдения (геодезическая съёмка наблюдаемых участков, установка и привязка маркеров на наблюдаемых карстовых формах или зданиях и сооружениях, находящихся в зоне влияния карстовых процессов, и наблюдение за ними);
- почвенные и геоботанические исследования с целью определения интенсивности и масштабов воздействия карстообразования на состояние почвенно-растительного покрова;
- геоэкологическое опробование компонентов природной среды (почв, поверхностных и подземных вод и донных отложений) с целью оценки воздействия карстообразования на экологическое состояние компонентов природной среды и выявления изменений концентраций механических и химических компонентов.

Таким образом, при проведении комплексного мониторинга карстовых процессов в районах интенсивного развития рекреации и туризма наблюдаются следующие компоненты природной среды:

- атмосферный воздух и климатические характеристики (степень загрязнённости атмосферного воздуха, наличие компонентов, агрессивных к карстующимся породам, осаждение загрязняющих веществ с атмосферными осадками, интенсивность и характер выпадения осадков и др.);
- геологическое строение (характеристика всех геологических элементов; наличие, распространение трещиноватых, водопроницаемых слоёв и водоупоров; наличие, толщина, распространение, глубина залегания и состояние карстующихся пород);
- гидрогеологические условия (глубина залегания, количество водоносных горизонтов, их водонасыщенность, защищённость, расположение по отношению к карстующимся породам и степень агрессивности по отношению к ним);
- поверхностные водные объекты (тип объекта, генезис, морфометрические характеристики, гидрологические характеристики, состояние береговой и мелководной зоны, химический состав и экологическое состояние вод и донных отложений);
- почвенный покров (виды почв, распространённость по территории, мощность почвенного профиля и характеристика генетических горизонтов, состояние, наличие и глубина залегания карстоопасных горизонтов в почвенном профиле, степень загрязнённости почвенного покрова, его увлажнённость и состояние);

- растительный покров (тип растительности, видовой состав и характеристики растительных ассоциаций, ареалы редких и исчезающих видов, состояние растительных ассоциаций и визуальные признаки негативного воздействия карстовых процессов);
- животный мир (видовой состав, обилие, наличие редких и исчезающих видов и их ареалы, состояние, изменение территорий местообитаний представителей животного мира в результате развития карстовых процессов).

При проведении комплексного мониторинга карстоопасных территорий проводятся наблюдения негативного воздействия техногенного характера, а именно:

- распределение и изменение существующих техногенных нагрузок;
- состояние коммунальных сетей, особенно – за состоянием систем водопотребления и водоотведения (время создания и период эксплуатации, общая протяжённость и распределение по территории, состояние и степень изношенности, объёмы потребляемых и отводимых вод, их химический состав, наличие утечек и т.д.).

Как показали наши исследования, в ряде случаев причиной активизации карстовых процессов становится именно аварийное состояние водопроводной и канализационной систем.

Сеть площадок наблюдений закладывается с таким расчётом, чтобы можно было охарактеризовать стабилизировавшиеся и активные формы карстообразования, а также проводить наблюдения за рекреационными зданиями и сооружениями.

Проведение комплексного мониторинга закарстованных территорий, активно используемых для туризма и рекреации, позволяет получить достоверную и необходимую информацию о вероятности возникновения рисков ситуаций, в т.ч. и экологических рисков, и выработать мероприятия по противокарстовой защите.

В настоящее время разработан и опробован целый ряд противокарстовых мероприятий, включающий планировочные, водозащитные и противодиффузионные, геотехнические, конструктивные, технологические, эксплуатационные [3]. В каждом конкретном случае разработка противокарстовых мероприятий проводится с учётом природных и техногенных особенностей территории и анализа данных комплексного мониторинга закарстованных территорий.

Выводы. В Российской Федерации карстовые процессы развиты на значительных территориях: в районах западного Приуралья (закрытый гипсовый и известняковый карст), на Русской равнине (закрытый известняковый карст), в Приангарье (известняковый карст) и во многих других регионах Сибири, Кавказа и Дальнего Востока. Наиболее широким распространением проявлений карстово-суффозионных процессов характеризуются: Владимирская, Калужская, Курская, Московская, Архангельская, Самарская, Нижегородская области, республики Башкортостан, Татарстан, Марий Эл.

В последнее время туристско-рекреационное природопользование на территории РФ значительно активизировалось, а, следовательно, и возрос спрос на природные рекреационные ресурсы. Районы карстообразования не являются исключением. Так, специалистами отмечается увеличение посещаемости таких уникальных объектов природы как Кунгурская Ледяная пещера (Пермская область), Ботовская пещера (Иркутская область), Воронцовская пещера (вблизи г. Сочи) и др. Большое значение для развития туризма имеют и более мелкие пещеры местного значения.

С целью повышения безопасности посещения карстоопасных районов туристами следует организовать сеть мониторинга и проводить регулярные наблюдения за компонентами природной среды для выявления и предотвращения рисков ситуаций.

Литература

1. Акимова Т.С., Хаскин В.В. Экология. – М.: «Юнити», 1999.
2. Гвоздецкий Н.А. Карст. – М.: Изд-во «Мысль», 1981.
3. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов. – М.: «ГЕОС», 2003.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН АВТОРОВ

- Абдуллин Ш.Р. 284
Абдуллина Р.Н. 334, 344
Абрамова Т.Т. 163
Агапов И.А. 49
Бадино Д. 107
Базарова Е.П. 131
Барабанов В.Л. 369
Баранов С.М. 236
Булатов В.С. 59
Вольхин И.Л. 230
Гайнутдинов И.А. 284
Галимзянова Н.Ф. 272
Гаркач Е.И. 168
Герасимова И.Ю. 242, 327
Головачев И.В. 14
Голубек П. 213
Горбунов А.А. 242
Грек И.О. 145
Гроос Л. 8
Гумерова А.Р. 334, 344
Гулько А.А. 144, 190
Гурьева Т.Ф. 351
Гусев А.С. 99
Давыдько Р.Б. 358, 363
Долгих Л.А. 222
Долотов Ю.А. 145, 190
Евдокимов С.С. 54
Елохин В.А. 310
Елохина С.Н. 310
Жакова У.В. 107
Жалов А.К. 178, 263
Жикин А.А. 327
Журавлева Н.А. 372
Зеркаль О.В. 290
Зырянов А.И. 135
Зырянов В.Б. 369
Исаевич А.Г. 57
Кадебская О.И. 42
Калинина Т.А. 42
Камалов В.Г. 25
Катыгина О.А. 224
Кичигин А.А. 65
Клоков И.Э. 210
Козлова Н.Н. 209, 229
Кондратьева С.К. 150
Коновалова Г.В. 167
Костарев В.П. 305
Кранц А.А. 215
Криницын Р.В. 355
Кузьмина Л.Ю. 272
Лаврова Н.В. 322
Ланцова И.В. 372
Ланчава О.А. 123, 129
Леонтьев М.В. 145
Ляхницкий Ю.С. 49, 73, 173
Мавлюдов Б.Р. 30, 248
Мазина С.Е. 99, 281
Макаренко М.А. 281
Максимович Н.Г. 68
Малахов В.Е. 305
Мартин В.И. 351
Мещерякова О.Ю. 226
Минников О.А. 73
Миночкина Ю.Н. 68
Митюшева Т.П. 113
Михеева Л.С. 245
Мичурин С.Б. 195
Осетрова О.И. 198
Панчуков Н.П. 316
Паршина Н.В. 81
Патова Е.Н. 113
Петерс У. 8
Пирожков С.П. 54
Полухина А.Н. 158
Попов Ю.В. 119
Потапов С.С. 81
Привалова В.П. 204
Рябова А.С. 272
Садыков С.А. 81
Самарин Е.Н. 290
Селин К.В. 355
Семенова Т.М. 113
Скрипальщикова А.М. 269
Сорокин С.В. 92
Сорокина И.В. 92
Стаменова М. 263
Стенина А.С. 113
Степанов Ю.И. 65, 253
Степина М.М. 202
Тайницкий А.А. 65
Толмачев В.В. 298
Трушкова Н.А. 57
Турьшев А.В. 320
Уткин М.М. 363
Фаббрикаторе А. 138
Феденева Е.С. 206
Фирсова А.В. 192
Франц Н.А. 92
Харитоновна Н.В. 135
Хмурчик В.Т. 107

Цикаришвили К.Д. 123, 129
Цицуашвили Р.А. 119
Цуба А.В. 154
Чайковский И.И. 39
Чванов М.А. 25
Шабалина Ю.Н. 113
Шафер Ф. 8
Щестакова С.И. 281
Ширинкин П.С. 183
Щепеткова И.О. 135
Щуцкая Г.К. 163
Юшко А.А. 73
Яновская Е.Г. 59, 145
Ярославцев А.Г. 327

Научное издание

Сборник докладов Международной научно-практической конференции
«Комплексное использование и охрана подземных пространств»,
посвященной 100-летию научной и туристско-экскурсионной деятельности
в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рождения В.С. Лукина

Корректор М.И. Каринкина
Компьютерная верстка М.И. Каринкиной

Подписано в печать. 27.10. 2014 Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 23,75. Уч.-изд.л. 30,4.

Заказ № _____. Тираж 300 экз.

Печатается по решению Ученого совета ГИ УрО РАН
614007, г. Пермь, ул. Сибирская 78-а

Отпечатано с готовых файлов в ООО «Типограф»
618540 г. Соликамск, Соликамское шоссе, 17
тел. (34253) 7-73-08