

Л. М. Кустов
**СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОХОДЫ
И ЭКСПЕДИЦИИ
СО ШКОЛЬНИКАМИ**

Л. М. Кустов

**СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОХОДЫ
И ЭКСПЕДИЦИИ
СО ШКОЛЬНИКАМИ**

*Южно-
Уральское
книжное
издательство
Челябинск
1977*

К94 Кустов Л. М.
 Спелеологические походы и экспедиции со школьниками. Челябинск, Юж.-Уральск. кн. изд-во, 1977.

83 с. со схем.

Автор этой брошюры — руководитель клуба юных спелеологов г. Коркино. Ее цель — познакомить руководителей школьных спелеологических кружков с основными принципами проведения походов и экспедиций учащихся в условиях Челябинской области, с методикой исследования пещер, неглубоких шахт и карстовых логов силами старшеклассников, используя для этого средства, которыми располагают школы. Вместе с тем в брошюре показывается педагогическое значение юношеской спелеологии как одной из форм внеклассной работы, ее роль в деле воспитания у молодежи любви к родному краю, стремления познать его природные особенности.

К $\frac{60501-62}{M162(03)-77}$ 65-77

551.0+373.04

© Южно-Уральское книжное издательство, 1977.

В Отчетном докладе XXV съезду КПСС тов. Л. И. Брежнев отмечал: «Очевидна, в частности, необходимость дальнейшего серьезного совершенствования всей общеобразовательной системы, и в первую очередь средней школы. В современных условиях, когда объем необходимых для человека знаний резко и быстро возрастает, уже невозможно делать главную ставку на усвоение определенной суммы фактов. Важно прививать умение самостоятельно пополнять свои знания, ориентироваться в стремительном потоке научной и политической информации. Тут нас ждет большая работа. Конечно, работа осмотрительная, вдумчивая, без ненужной ломки или поспешных решений»¹.

Прививать школьникам навыки и умения в области самостоятельного пополнения знаний, воспитывать у детей самостоятельность — проблема сложная. Успешное ее решение требует больших усилий, непрерывного поиска. В течение года учащийся располагает 165 воскресными, праздничными и каникулярными днями, кроме того, в учебные дни он свободен ежедневно два-три часа. Следовательно, проблему, о которой идет речь, можно решать и во внеучебное время. Задача заключается в том, чтобы умело, эффективно его использовать.

Наша школа накопила немалый опыт внеклассной работы с детьми. Анализ показывает, что эта работа приносит наилучшие результаты тогда, когда она содержит элементы деятельности, педагогически обоснованной, увлекающей школьника, соответствующей уровню его развития, учитывающей возрастные особенности и физическую подготовку. По своему характеру такая деятельность приближается к трудовой.

Одной из форм внеучебной работы является юношеская спелеология. Школьник приобретает здесь к труду, имеющему исследовательское направление.

¹ Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976, с. 77.

Нужно сказать, что для развития юношеской спелеологии в школах Челябинской области имеются все возможности. В нашем крае более 240 больших и малых пещер, естественных карстовых шахт и колодцев. Суммарная протяженность изученной части подземных полостей достигает 11 км.

Другая, не менее важная сторона — повышенный интерес школьников, учитывая спелеологические особенности области, к изучению южноуральского карста. Об этом свидетельствует, например, активное участие юных спелеологов областного клуба «Плутон» в исследовательской работе. Пытливыми исследователями зарекомендовали себя члены спелеологических секций, созданных при школах Сатки, Коркино, Златоуста.

Участие школьников в спелеологических походах имеет большое воспитательное и познавательное значение. Ребята приобретают не только много ценных, полезных сведений о родном крае, у них возникает и стремление узнать как можно больше об его природе, сохранять ее. А это, в конечном итоге, является стимулом расширения уже имеющихся знаний, приобретения новых. Иными словами, речь идет о творческом отношении учащихся к делу.

Юношеская спелеология способствует выработке таких качеств, как дисциплинированность, умение самостоятельно ориентироваться в сложной обстановке, физическая выносливость, стремление к достижению намеченной цели. Все это способствует воспитанию человека, сильного духом, умеющего преодолевать трудности.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕДИЦИЙ И ПОХОДОВ С ЮНЫМИ СПЕЛЕОЛОГАМИ

1. Спелеообъекты Челябинской области

На учебной физико-географической карте Челябинской области изображены значки, напоминающие греческую букву «омега». Так условно обозначены наиболее известные пещеры. Располагаются они, как правило, группами — вблизи одной крупной пещеры всегда можно обнаружить несколько мелких, поэтому значок на карте нередко изображает, в сущности, целый карстовый район. Районированием карста занимаются обычно специалисты-карстоведы, подробные сведения об этом содержатся в специальной научной литературе.

К карстовым районам Челябинской области относятся:

Ашинский: Икеньская, Сухоатинская, Киселевская, Ашинская пещеры и Шалашовское карстовое поле;

Катав-Ивановский: Игнатовская пещера и Серпиевский карстовый участок;

Саткинский: Кургазакская и Шумихинская пещеры, шахты 47 (Покровская яма), 30 (Кургазакская), Аверкина яма, грот Юношеский;

Нязепетровский: пещеры Сказ (Насибташ), Глиняная;

Кыштымский: пещера Сугомак;

Увельский: пещеры Казачий стан, Жемеряк, Притон;

Троицкий: Пугачевская пещера.

Это наиболее известные пещеры и шахты. Но естественно, их полный список этим не исчерпывается. В области изучено свыше двухсот пещер. Наиболее крупными являются: Сказ (1600 м), Киселевская (1500 м), Сухая Атя (1125 м), Соломенная (1033 м).

Названия многих пещер связывают обычно с мес-

том, где они находятся, или с именами тех, кто здесь обитал. Например, одну из больших пещер, расположенную по лугу Кургазак, впадающего в реку Ай, называют Кургазакской, пещеры в районе деревни Серпиевки — Серпиевскими. Пещеру, находящуюся в горе Сугомак, именуют Сугомакской, а пещеру, в которой, согласно легенде, прожил и был захоронен в одном из ее залов старец Игнатий, — Игнатьевской. Полуогнившие доски, старинные кирпичи, натек на стене, примитивно оформленный под скульптурное изображение «божьей матери», как бы косвенно свидетельствуют об этом.

Все современные названия пещер и шахт связаны обычно с деятельностью участников секций спелеотуризма. На счету многих из них, работающих в течение длительного времени, — открытие и первопрохождение новых пещер. Основанием для присвоения им названия являются соответствующие документы о проведении исследований и решение областной секции спелеотуризма. Так получили, например, названия пещеры Студенческая, Исюмская, грот Юношеский.

По залеганию в известняках пещеры подразделяются на горизонтальные и вертикальные. В ряде случаев такое деление весьма условно. Дело в том, что в горизонтальных пещерах нередко встречаются колодцы, достаточно глубокие, куда спуск, учитывая условия работы под землей, в техническом отношении не менее сложен, чем в вертикальные пещеры-шахты, начинающиеся на дневной поверхности. Сейчас в Челябинской области наиболее глубокой вертикальной пещерой считается шахта 47 (Покровская яма). Ее углубление до ледовой пробки на дне достигает пятидесяти метров. Глубокая крутая воронка заканчивается узкой горловиной, после которой следует вертикальная ледяная труба. Происхождение льда натечное. Впервые эту пещеру, которая для изучения школьниками не может быть рекомендована, исследовали спелеологи Свердловска, а затем г. Коркино. Более доступными для учащихся являются шахты Аверкина яма и 30 (Кургазакская шахта), расположенная вблизи пещеры одноименного названия.

Самые крупные пещеры области представляют из себя красивые подземные сооружения. Это подлинные

творения природы, впечатляющие своими масштабами. Протяженность некоторых из них свыше километра.

Если размеры входной части (ширина и высота) превышают длину, такие пещеры называются гротами. Исключение в этом смысле составляет грот Юношеский, находящийся в 100-метровом отвесном обнажении по левому берегу р. Ай ниже Кургазакского лога. В нише грота, который открыт спелеологами Коркино в ноябре 1969 года и полностью пройден С. Барановым, М. Загидуллиным и В. Трушковым в мае 1970 года, имеется 40-метровая наклонная шахта-щель. Юным спелеологам спуск в этот грот не рекомендуется.

В процессе поиска пещер не надо думать, что они располагаются в горах. Такое представление ошибочное. Например, все пещеры Увельского района залегают среди зауральской лесостепи в массиве каменных угольных известняков.

Неправильным является и мнение о том, что самыми интересными спелеообъектами могут быть лишь наиболее крупные пещеры (Сказ, Киселевская, Сухоатинская, Соломенная, шахта 47, грот Юношеский). Малая глубина и протяженность множества других пещер несколько не умаляют их значения как объектов для исследования. Наоборот, пещеры, незначительные по масштабам, могут таить в себе много неожиданного. Например, в пещере Жемеряк в 1965 г. было обнаружено захоронение двух человеческих скелетов.

Большинство пещер нашей области, будучи доступными для изучения юными спелеологами, могут стать объектами деятельности юношеских спелеосекций. Члены таких секций могут сделать много полезного по выявлению пещерных образований, неизвестных ранее. Это, несомненно, принесет детям огромное удовлетворение. Еще большее значение будет иметь то, что они приобщатся к работе с фактическим материалом: планами, поперечными сечениями, вертикальными разрезами-развертками, привязками, получат представление о поверхностных съемках.

Вот почему в каждой секции может быть создан фонд материалов, позволяющий в дальнейшем организовать с начинающими спелеологами плановую исследовательского характера. Подобные материалы представят интерес и для специалистов-карстоведов.

Всем спелеосекциям, цель которых — поиск объектов для исследований и которых привлекает перспектива первооткрывательства, можно рекомендовать Ашинский карстовый район. Изучен он недостаточно. Между тем условия образования пещер и других карстовых форм здесь весьма благоприятны, поисковая работа может принести хорошие результаты. Не случайно в районе ежегодно открывают все новые пещеры.

В. Н. Дубовик рекомендует несколько маршрутов, наиболее доступных юным спелеологам, — Ашинский, Сухоатинский, Икеньский, Точилинский. Участки, еще не исследованные карстоведами и спелеологами, расположены по левым притокам, в долине р. Аши, а также между пос. Точильным и устьем Малой Аши, в долине р. Миньяр выше пос. Биянский мост и по ее притокам: Гремячке, Верхней и Нижней Мини, Верхней и Большой Биянке, ручью Ущелок.

2. Безопасность при проведении школьных спелеопроходов и экспедиций

Залог безопасности любого спелеопохода школьников — всесторонняя, хорошо продуманная подготовка к нему. Прежде чем планировать проведение похода в дни каникул, руководитель должен сам побывать в районе предполагаемой полевой практики, детально познакомиться с карстовыми объектами, которые намечены для работы с учащимися.

Особое внимание при подготовке к походу необходимо уделить качеству снаряжения. Тщательный подбор одежды, обуви и полевого инвентаря, соответствующего времени года, — это лишь одно из мероприятий, предусматривающих обеспечение безопасности учащихся и сохранение их здоровья. Специальное снаряжение, употребляемое юными спелеологами при работе под землей, должно отвечать повышенным требованиям. Перечислим главные из них.

Свет. Лучший световой источник — налобный фонарь, укрепляемый на шахтерском шлеме (каска). Он создает наиболее благоприятные условия для равновесия во время движения по подземным ходам, предупреждает мелкие травмы. Каждый юный спелеолог может изготовить такой фонарь самостоятельно, вос-

пользовавшись книгой В. Илюхина и В. Дублянского «Путешествие под землей». Кроме налобного фонаря нужен дополнительный световой источник. Самый лучший — свечи.

Веревка. Употребляется для спуска в колодцы, глубина которых не превышает 10—12 м, а стенки имеют полочки, зацепы и площадки для опоры. Прочность веревки, на которой не должно быть порванных нитей и потертостей, перед выходом следует внимательно проверить. Для этого на всю ее длину подвешивается груз в 300 кг. Затем веревка вновь тщательно проверяется. Лучшей считается капроновая (нейлоновая) диаметром 10 мм.

Лестница. Используется, если стены отвесные. Изготавливается из тонкого стального троса и дюралевых ступеней (пригодны алюминиевые лыжные палки). О том, как сделать лестницу, говорится в книге «Путешествие под землей». Для испытания лестницы, что является обязательным, на каждое ее плечо устанавливается груз в 300 кг. Далее в местах крепления ступеней на тросе лестница тщательно осматривается. Приемы ее закрепления описаны в том же пособии. Спуск по лестнице без верхней страховки с помощью веревки и без предохранительного шлема (каска) недопустим.

Страховочные карабины и пояса. Применять можно только те, которыми пользуются альпинисты, и ни в коем случае самодельные. Снаряжение выдается напрокат в туристском клубе.

Комбинезоны. Изготавливаются индивидуально (см. кн. В. Илюхина и В. Дублянского «Путешествие под землей»).

Аптечка и индивидуальные пакеты. Если исследуются горизонтальные пещеры, использовать лестницы, веревки, страховочные карабины и пояса нет необходимости.

Чем лучше руководитель похода знает особенности пещер и правила поведения здесь, тем лучше соблюдаются правила безопасности. Необходимо помнить, что:

— заблудиться в пещерах нашей области можно только в одиночку, да и то в случае повреждения источника света;

— посещать сильно обводненные пещеры (типа

«Сказ») начинающим спелеологам нельзя — здесь можно утонуть;

— зажигать факелы, горючие смеси, костры в пещерах совершенно недопустимо — участники похода могут задохнуться;

— нельзя выбирать для прохождения чрезвычайно узкий ход — до 22 см, иначе здесь можно застрять. Важно умело подбирать одежду (при движении назад она закатывается) и правильно оценивать проходимость хода;

— не следует разбирать каменные пробки в вертикальных ходах, стоять в наклонных и вертикальных ходах под скоплениями камней и обломочного материала, так как не исключено обрушивание кровли;

— подходить близко к краю колодца без надежной страховки запрещается — глубина его может оказаться слишком большой, а опасность поскользнуться существует всегда. Нельзя доверять страховку людям случайным или неподготовленным. Закреплять лестницу и страховку следует как можно надежнее.

Весьма желательно, чтобы руководитель спелеопохода всесторонне изучил личные качества каждого школьника и заранее, до выхода в поход, добился слаженности группы, умения всех участников работать, соблюдая самоконтроль. Пути решения этой задачи различны: длительные переходы с рюкзаком, пешие походы по незнакомой местности и т. д.

Руководитель похода всегда должен помнить, что первопрохождение во вновь открытой пещере нередко сопряжено с опасностью. Поэтому, отметив местоположение нового карстового объекта, надо повторить прохождение его с участием опытных спелеологов.

3. Организация поисковых работ

После того как участники похода прибыли в базовый лагерь, находящийся в районе предполагаемых работ, в зависимости от задач, стоящих перед группой, выбирается место для установки палаток. В большинстве случаев лагерь, непременным условием создания которого должно быть наличие питьевой воды и сушняка, располагается вблизи основного карстового объекта. В интересах сохранения окружающей природы реко-

мендуется использование в хозяйственных целях примусов типа «Турист» и «Шмель», работающих на бензине. Горючее нужно хранить в металлической канистре.

При осмотре района лагеря и его окрестностей выделяется несколько магистральных направлений и выбирается одно из них, например осевое направление карстового лога. К этому направлению «привязывают» маршруты.

Для поиска используется метод искаживания. Сначала осматриваются берега реки и береговые обнажения, далее по порядку впадающие лога и их склоны. Крупные гроты, щели, отверстия в скалах отмечаются на плане (схеме). Затем искаживание ведется маршрутами, перпендикулярными направлению лога (ручья, реки), примерно с интервалом 500 м. Здесь может оказать большую помощь любой компас, так как выдерживать направление «на глаз» в закрытой местности очень трудно. На схему наносятся все крупные провалы, воронки, щели. Основная цель всей этой работы — получить представление о перспективности района, подготовка к проведению поверхностной съемки глазомерно или полуинструментально. Таким образом, осмотр-оценка перспективности, т. е. поверхностная съемка — это три этапа начальной фазы работы. Для первой поездки в карстовый район обычно следует ограничиться осмотром карстового поля, оценкой его перспективности, поверхностной съемкой — на большее просто не хватит времени.

Разведка незнакомых карстовых объектов осуществляется руководителем похода или самыми опытными участниками. В процессе разведки необходимо получить ответы на ряд вопросов: посещал ли кто-либо ранее объект, какова степень опасности для проведения съемок и наблюдений, возможно ли выполнение работ силами данной группы при том снаряжении, которым в настоящий момент она располагает.

Типичные признаки объекта, который часто посещают, — надписи и метки на стенах, следы на глинистом полу, обрывки ниток («чтоб не заблудиться!»), обломанные ледяные или кальцитовые сталактиты. О наличии опасности свидетельствуют такие признаки: висящие куски ледовых натеков, сильное растрескивание

и нависание кровли, каменные пробки, колодцы, затопленность пещеры. Возможность выполнения работ силами участников похода зависит от размеров спелео-объекта, его глубины. Объект, глубина которого 20—30 метров, как правило, не под силу группе начинающих спелеологов.

Когда разведка закончена и объекту дана соответствующая оценка, принимается решение относительно начала съемки. Необходимо помнить, что осуществление ее в пещерах — дело очень трудное. Даже если пещера невелика, для этого потребуется не менее 8—12 часов.

После отдыха группа съемщиков, независимо от времени суток, приступает к работе. Съемка осуществляется при искусственном свете. Остальные участники, кроме дежурных, в этот период могут отдыхать или заниматься обработкой результатов поверхностной съемки, а в случае необходимости уточнить положение объектов на плане (повторные промеры) относительно лога, ручья, реки. При этом желательно присутствие второго руководителя похода. Участников, свободных от камеральных работ, можно направить в соседнюю деревню, село, находящиеся поблизости, для сбора сведений о пещерах, провалах, колодцах.

Обработывая результаты, о которых идет речь, надо уметь отличать достоверный факт от вымысла. Но какие факты являются заведомо ложными? Например, заявление о наличии в пещере каменных скульптур — «коня», «женщины» и т. д. Сомнение может вызвать и утверждение об изображениях, вырезанных рукой древнего художника на стенах пещеры (имеется в виду история «открытия» в Симской пещере наскального изображения «головы льва», о чем сообщалось в одной из областных газет). Следует иметь в виду, что обитать человек мог лишь в пещерах, достаточно крупных, в частности таких, как пещера Игнатия. Кстати, именно здесь под аркой и была обнаружена стоянка древнего человека. Однако никаких ритуальных знаков, резьбы и пр. тут не оказалось.

Если участники впервые приступают к съемке подземных полостей, то для этого следует выбирать простые объекты, не имеющие сложных ходов, многоэтажности, ступенчатости, отвесных участков. В результате

работа окажется более плодотворной и у ребят появится уверенность в своих силах, что весьма важно не только с психологической точки зрения, но и для закрепления знаний о методике съемки.

По окончании съемки, после отдыха, начинается камеральная обработка материала. Чтобы не нанести ущерба точности и качеству работы, ее нельзя откладывать.

Данные поисковых работ должны содержать:

- а) результаты поверхностной съемки;
- б) письменное сообщение о разведке объектов;
- в) результаты съемки пещеры: план, разрез-развертка, сечение;
- г) конспект бесед с местными жителями, не исключая сведений вроде таких: «Видели, как из пещеры выползал огромный зеленый змей»;
- д) фотоальбом объектов разведки и съемки, а также важнейших ориентиров района с сопроводительным текстом.

Возвратившись из похода, участники выполняют на занятиях кружка чистовые камеральные работы и составляют сводный отчет, содержащий соответствующие рекомендации. Он рецензируется руководителем и заслушивается на заседании кружка, секции, клуба. Если в городе, районе имеется филиал областного научного общества учащихся, то материалы отчета зачастую могут стать основой для подготовки доклада на конференции городского (районного) НОУ. Может случиться и так, что отчетом заинтересуется совет НОУ. Тогда отчет представляется на рассмотрение областной конференции геологов и спелеологов.

Если участники похода изучили пещеру, то после построения плана, поперечных сечений и вертикального разреза-развертки они должны четко ответить на следующие вопросы: каковы общая длина пещеры, ее глубина, максимальная и минимальная высота, форма поперечного сечения, характер потолка (плоский, ступенчатый, параболический, куполообразный), характер дна (горизонтальное, наклонное ступенчатое), количество этажей и их взаимосвязь.

Если открыта новая пещера, вопросы в этом случае такие: где находится полость (район, хребет, гора, долина, урочище, река); каков тип карстовой полости

(пещера, грот, колодец, шахта, искусственная выработка); расстояние до ближайших населенных пунктов; азимуты на приметные объекты-ориентиры от входа в пещеру, его положение: дно или склон долины, карстовая воронка (дно, склоны) в лесу, на поляне, на пашне; высота входа, его форма, размеры, ориентировка по странам света.

Если для приобретения навыков полевой работы выбран учебный район, где находится группа спелеобъектов, то картотеку таких объектов надо составлять, руководствуясь определенной схемой, например такой: название пещеры; месторасположение; породы, в которых находится пещера; характер ее залегания; форма и размеры входа; план и поперечный профиль; строение стен и потолка; наличие натечных форм; строение пола; температурный режим; наличие токов воздуха и их происхождение; присутствие воды, органических форм; тип пещеры¹.

Практика показывает, что в процессе изучения школьниками карста всегда необходимо постоянно иметь три учебных района, отличающихся друг от друга характером спелеобъектов, технической сложностью и доступностью для постановки работ. Такими районами, на наш взгляд, могут быть: Увельский — пещеры Казачий стан, Жемеряк, Притон; Усть-Катавский — пещеры Игнатьевская, Серпиевская; Саткинский — пещера Кургазакская, шахта 30.

Основанием для выбора этих районов является то, что они относительно изучены и безопасны, доступны, располагают необходимыми возможностями для постановки работ учебно-исследовательского характера. Результаты этих работ могут содержать элементы новизны, что, несомненно, ценно в педагогическом отношении. Ниже будет показано, как, за счет чего можно решить данную задачу и тем самым помочь юным спелеологам в формировании у них интереса к исследовательской деятельности. А это, как известно, одно из важнейших условий воспитания подлинно творческого отношения к делу.

¹ В. И. Накоскин. По пещерам Челябинской области (Краткий путеводитель). Южно-Уральское кн. изд-во, 1971.

4. Некоторые сведения о пещерных районах, используемых для проведения учебной полевой практики

Пещеры Увельского района по р. Увелька — Сухарыш. Здесь находятся три карстовых лога — Притон, Жемеряк и Казачий стан. Для проведения съемки трех основных пещер этих логов требуется не менее четырех дней, а для учебной полевой практики со школьниками в дни осенних или летних каникул — не менее пяти. В январские каникулы или весной в период снеготаяния работа с начинающими спелеологами не рекомендуется.

Район — хорошее место для первой полевой практики во время осенних каникул. Задачи практики: знакомство школьников с пещерами; приобретение понятия о поверхностных и подземных съемках в условиях спелеопохода; осуществление простых поверхностных съемок и фиксация материала наблюдений.

Дважды в течение первого года занятий юные спелеологи г. Коркино посещают этот район в воскресные дни для проведения однодневных наблюдений за пещерами. Первое посещение приходится на конец января — начало февраля, второе — на середину марта (в период снеготаяния). Летом после первого года занятий в течение двух недель здесь работает экспедиция. Перед участниками ее ставятся две крупные задачи: съемка горизонтальных пещер карстовых логов Казачий стан, Жемеряк и Притон; «привязка» карстовых логов на основе поверхностных съемок к системе р. Увелька — Сухарыш.

Кроме этого в экскурсионном порядке школьники знакомятся с геологическими особенностями района: восточным и западным контактами массива известняков, в которых залегают пещеры, с порфиритами, мраморизованными глинистыми сланцами Титишных сопок и их контактом с гранодиоритами; с Коелгинским мраморным и Красногорским угольным карьерами.

Передвижной палаточный лагерь ставится на Увельке или Сухарыше, где ребята могут хорошо отдохнуть, а также познакомиться с историей данного района.

Следует заметить, что данный район, сведения о котором публикуются в книге В. С. Старцева «По Южному Уралу и зауральским равнинам» (Челябинск, 1947), представляет большой познавательный интерес. Здесь проходил легендарный рейд под руководством В. К. Блюхера, проживали герои известного произведения Л. Сейфуллиной «Виринея». В 1965 г. в одном из склепов пещеры Жемеряк были обнаружены два человеческих скелета, а также остатки деревянной утвари: стол, стулья, крест, носимый поверх одежды, деревянные крючки. На стенах трех пещер встречаются надписи: «Пчелинь, 1911»; в пещере Казачий стан можно прочесть такой текст: «Ал. Ив. Топоровъ и коллежский регистраторъ Пчелинь, авг. 1911».

В наше время район известен Южно-Уральской ГРЭС, угольным разрезом в Красногорске, Коелгинским мраморным карьером. В Коелге родился дважды Герой Советского Союза танкист Хохряков, его бронзовый бюст установлен на площади. Пользу школьникам принесет и посещение музея писательницы Лидии Сейфуллиной в селе Варламово.

Таким образом, летняя экспедиция в пещерный район р. Увелька — Сухарыш может выйти за рамки спелеологического похода и стать одним из эффективных средств изучения прошлого и настоящего родного края.

По размерам и глубине пещеры района незначительны. Характерная их особенность — почти полное отсутствие натечных образований. Это позволяет с поразительной чистотой обнаружить на стенах фауну каменноугольных отложений древних морей: криноидеи, продуктусы и т. д. Особый интерес представляют членики криноидей, которые можно найти не только в стенах, но и на полу среди пещерных отложений карстовой глины (М. Жемеряк). Узкие и нередко перспективные ходы завалены обломочными материалами и той же глиной. В пещере Казачий стан часть ходов забито льдом, находящимся здесь круглый год.

Лог Казачий стан представлен группой небольших пещер, последовательно расположенных в карстовых воронках среди обнажений закарстованного известняка. Главная пещера Казачий стан находится в верхней части лога и развита по большой закарстованной

трещине. Трещина сквозная. Три внушительных карстовых воронки: восточная, западная и южная — образуют систему ходов, связанных подземно. Средняя глубина доступной части относительно поверхности — 12—14 м. В пещере есть колодец, куда можно спуститься, пользуясь простыми страховочными средствами. Колодец оканчивается трубой, заваленной обломочными материалами и глиной.

Геофизические работы, выполненные юными спелеологами г. Коркино летом 1976 г. с помощью электроразведочной установки при вертикальном зондировании над пещерой на глубину до 160 м, показали, что на глубине 30—34 м, а также около 50 м, пещера имеет скрытые пустоты. Кроме того, на глубине около 100 м имеется обширная трещиноватая зона.

Лог Жемеряк представляет группа пещер, которые условно могут быть обозначены как Ж-1, Ж-2, Ж-3, Ж-4, Ж-5. Самая крупная из них — пещера Б. Жемеряк. Вход в нее, располагаясь на дне карстовой воронки, вытянутой и ориентированной примерно на 30°, имеет неглубокий колодец, деревянный настил, несколько камер. Узкий длинный щелевой ход ведет к подземному колодцу, заполненному водой.

Рядом располагается пещера М. Жемеряк, вход в нее начинается узким наклонным колодцем. Слева камера, справа — достаточно сложный ход. Как и Б. Жемеряк, пещера находится в одном из склонов на дне карстовой воронки внушительных размеров.

Еще выше расположена воронка пещеры Жемеряк-4. В обнажениях закарстованного известняка она имеет множество входных отверстий и поэтому называется еще Восьмиглазкой. Начало пещеры — колодец, ходы щелевого типа для передвижения сложны.

Если говорить об учебных работах съемочного характера первого года занятий, то наиболее приемлемой для этого является Б. Жемеряк.

Лог Притон представлен несколькими небольшими пещерами. Главная из них — Б. Притон горизонтального типа — находится в карстовых воронках и может быть рекомендована для съемок. Лог Притон начинается в южной части д. Сухарыш по правому берегу одноименной реки и в начале выражен слабо.

Располагаются пещеры примерно в 2 км от деревни, на запад, по дороге на Коелгу.

Пещеры Усть-Катавского района на р. Сим. Пещера Игнатия. О пещере Игнатия опубликовано немало сведений, поэтому мы не будем приводить их. Заметим лишь, что интересные публикации в этом отношении содержатся в кн. «Россия», выпущенной П. П. Семеновым-Тянь-Шанским в 1914 г.

Решением облисполкома пещера отнесена к памятникам природы Челябинской области. Об этом следует помнить всем руководителям походов, их участникам.

Пещеру можно рекомендовать для проведения зимней полевой практики членов кружков первого года занятий. Работая здесь, юные спелеологи проходят отличную школу съемки пещер горизонтального типа. Задачи практики:

— первое знакомство с карстовым районом реки Сим;

— самостоятельная съемка пещеры горизонтального типа (план, поперечные сечения, вертикальный разрез-развертка);

— поверхностная съемка р. Сим (включая участок исчезающей реки) с привязкой крупных обнажений и основных карстовых объектов;

— зимние визуальные наблюдения за исчезающей рекой и выходом вод в источниках ниже по течению близ пещеры Игнатия;

— отработка навыков полевого быта в условиях палаточного лагеря зимой.

Что касается летней экспедиции, то во время ее возможно осуществление более обширных задач исследовательского характера. Эти задачи, рекомендуемые В. Н. Дубовик, сводятся к следующему:

— административное и геоморфологическое положение изучаемого района. Характер рельефа между речей и долины реки, особенности русла и надпойменных террас;

— геологическое строение Симской долины. Элементы залегания горных пород, изучение их трещиноватости, изменения на различных участках долины и влияния на направление реки, а также на морфологию пещер;

— отличительные особенности в строении правого и левого склонов Симской долины на Серпиевском участке, определение влияния литологии и тектоники на особенности карстового процесса в долине реки Сим;

— особенности натечных образований и форм выщелачивания в пещерах. Наличие пещерных льдов, их залегание, виды пещерного льда;

— микроклимат пещер, определение разности температуры и влажности различных частей пещеры, обоснования различия микроклимата пещер. Указать, зависит ли это от формы ориентировки входа в морфологии пещер, их высотного положения, отметить, связан ли микроклимат пещер с погодой и как скоро реагирует он на изменение атмосферных условий;

— возможности практического использования пещер. Мероприятия, предусматривающие восстановление их естественного состояния, меры по охране, которые могут выполнить сами учащиеся.

Пещеры Саткинского района на реке Ай. Кургазакский лог. После того, как школьники познакомились с карстовым районом на р. Увелька—Сухарыш, приняли участие в поверхностных съемках и получили понятие о подземных, самостоятельно во время зимней полевой практики выполнили горизонтальную съемку пещеры Игнатия и поверхностную съемку реки Сим вблизи пещеры, а также экскурсионно познакомились с пещерами д. Серпиевки, работы в Кургазакском логу в период весенней полевой практики в дни школьных каникул станут логическим продолжением и развитием того, с чем юные спелеологи уже знакомы. При этом решаются следующие задачи:

— первое знакомство с карстовым районом р. Ай (на примере Кургазакского лога);

— выполнение самостоятельно усложненной съемки горизонтальной пещеры Кургазак;

— визуальное знакомство с пещерами вертикального типа (шахта 30, шахта 47), спуск в одну из них. Приобретение навыков использования страховочного снаряжения;

— экскурсия к гроту Юношеский.

Естественно, что тематика, которую предусматри-

вает весенняя полевая практика в Кургазакском лого, может быть значительно шире.

Следует заметить, что спуск в пещеру вертикального типа (шахта 30) возможен лишь при наличии доброкачественного снаряжения и умения пользоваться им, соответствующего опыта всех участников спуска.

Спуск в шахту 47 (Покровская яма) и в грот Юношеский не по силам начинающим спелеологам, даже если они и располагают необходимым снаряжением.

II. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ЮНЫХ СПЕЛЕОЛОГОВ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВЫХ ПРАКТИК СПЕЛЕОПОХОДОВ И ЭКСПЕДИЦИЙ

Эффективность в работе с юными спелеологами возможна лишь при условии, если практическому поиску, разведке, исследованию, описанию карстовых объектов сопутствует всесторонняя теоретическая подготовка. Не следует понимать ее как академический курс карстоведения. Овладение каждым членом кружка теоретическим материалом на основе систематизации знаний, полученных при изучении школьных программ, а также углубление этих знаний, приобретение новых на занятиях в кружке, имеет не меньшее значение, чем выполнение практического исследования. Следует также заметить, что невозможно с полной отдачей работать в поле, если юные спелеологи не овладели основными теоретическими понятиями, не усвоили методики съемки, фиксации и обработки полученного материала.

Основу отбора теоретического материала для изучения в спелеокружке должен определять элементарный и четкий принцип: «ничего лишнего, что не будет использовано в поисково-исследовательской и практической деятельности». Только таким образом можно не допустить перегрузки, придать теоретической подготовке конкретный характер, повысить интерес школьников к овладению теоретическим материалом.

Особое внимание следует уделить ясности определения и толкования важнейших понятий. Нужно стремиться к тому, чтобы эти понятия осмысленно усваивались, так как содержание тех, которые используются в процессе работы, не всегда сразу доходит до сознания начинающих спелеологов, не всегда полностью ими усваивается.

Правильное усвоение понятия способствует осмысленному подходу к выполнению съемочных работ, избежанию ошибок при замерах. Ведь если в этом слу-

чае будет допущена ошибка, результаты многодневной работы не принесут никакой пользы.

Все понятия, предлагаемые для изучения, должны быть связаны в определенные системы, быть логически завершенными. Поэтому их следует классифицировать на основе практической принадлежности. В результате члены кружка будут не только лучше усваивать понятия, но и всесторонне опираться на них, осмысливая изучаемые объекты.

Важное значение имеет работа с материалом графического и картографического характера. Она требует твердых навыков, поскольку значительная часть обобщений (а это необходимый элемент любого, даже простого исследования), в том числе и небольших, значимых лишь в условиях кружка, открытий, невозможна без наличия четко выполненного графического материала. Работа над таким материалом, как в области его приобретения и фиксации, так и осмысления — составная часть подготовки и воспитания кружковцев.

Исключительно важное значение следует придавать и овладению методами съемки. Объясняется это, во-первых, тем, что иного способа выполнения наблюдений и фиксации наблюдаемого материала кроме нее не существует; во-вторых, получение сколько-нибудь доброкачественных результатов, обоснованных выводов, возможно лишь при условии качественно проведенных съемочных работ; в-третьих, результаты съемки имеют для юного спелеолога огромную ценность — он видит итоги своего труда, у него повышается интерес к делу.

Практика показывает, что среди многообразных методов съемки членам спелеокружка достаточно овладеть двумя: перпендикуляров (ординат) и маршрута (в сочетании с методом перпендикуляров). Первый метод чаще всего используется на поверхностных съемках, второй — при съемках под землей.

1. Методика подготовки к работе с простейшими съемочными приборами

Основные съемочные приборы в практике работ школьных спелеосекций — компас, клинометр, рулетка — мерный шнур. Наилучшие результаты при их

пользовании под землей дает горный компас, на поверхностных съемках — гониометр или буссоль.

Существует мнение, что обращение с компасом — дело несложное, не требующее умений и навыков. Такое мнение ошибочное. Руководитель похода должен позаботиться о том, чтобы школьники хорошо знали устройство компаса, умели безошибочно пользоваться им.

Компас — это прибор для ориентирования на земной поверхности и определения сторон горизонта. Пользуясь компасом, отсчитывают горизонтальные углы — азимуты.

Наиболее распространенным является компас Адрианова. В состав его корпуса входят: немагнитная коробка, стальная игла, пружинный немагнитный арретир, лимб (циферблат), крышки — кольцо, стекло, визирное устройство, состоящее из мушки и прицела. Магнитная стрелка представляет намагниченную стальную пластину, на северном конце которой имеется светящаяся метка.

Общие правила работы с компасом сводятся к следующему: опустить арретир, привести компас в горизонтальное положение, соответствующее плоскости, совместить северный конец стрелки со светящейся чертой на лимбе, после поворота визирного устройства произвести отсчет азимута в направлении предмета (хода).

Понятие азимута. Азимут — это горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана по часовой стрелке до направления на данный предмет. Магнитный меридиан — линия, проводимая в направлении магнитной стрелки, почти всегда не совпадающая с географическим (или истинным) меридианом и уклоняющаяся от него к востоку или западу. Направление магнитного меридиана — направление магнитной стрелки, направление географического меридиана — направление на Полярную звезду. отвесная линия — направление к центру Земли в данной точке, на что указывает отвес (нить с грузом). Горизонтальная плоскость — плоскость, проводимая перпендикулярно отвесной линии; азимут отсчитывают в горизонтальной плоскости, здесь располагается компас при отсчетах.

Понятие цены деления прибора. Цена деления измерительного прибора (компаса) — наименьшее значение шкалы измерительного прибора; цена деления компаса Адрианова — 3° , горного компаса — 1° . Точность измерения определяется половиной цены деления измерительного прибора.

Клинометр — прибор для измерения вертикальных углов, отсчитываемых от горизонтальной плоскости и называемых углами наклона. Такие углы, расположенные выше горизонтальной плоскости, считаются положительными, ниже — отрицательными.

Устройство клинометра. Клинометр представляет прямоугольный корпус (корпус горного компаса), имеющий отвес, шкалу значений $0-90^\circ$ влево и вправо. Изготовить прибор можно и самостоятельно. Для прямоугольника используется фанера или оргстекло, для шкалы — ватман. Шкала наклеивается клеем типа БФ на корпус. отвес выполняется из нитки и дробины, в просверленное отверстие он закрепляется двумя узлами с помощью капли клея.

Работа с клинометром. В направлении склона туго натянуть мерный шнур, приложить клинометр к этому шнуру, сильно натянутому вдоль склона, опустить арретир клинометра, взять отсчет. Ошибки при измерении угла наклона связаны не только с неправильными отсчетами, они чаще вызываются провисанием шнура-отсчета. Взятый при провисшем шнуре в его нижней части отсчет дает уменьшенное значение угла наклона, в верхней части — увеличенное.

Понятие угла наклона. Данный угол — это вертикальный угол, образуемый линией склона и горизонтальной линией. При этом отвес клинометра перпендикулярен горизонтальной линии, а линия нулевого значения перпендикулярна линии склона — углы равны. Линия склона проводится мерным шнуром, горизонтальная — перпендикулярно отвесной линии устанавливаемой с помощью отвеса.

Клинометр горного компаса располагается там же где и магнитная стрелка; ось отвеса (маятника) — стальная игла. Все части клинометра немагнитны. Основные из них: плоский отвес (маятник) и шкала. Клинометр горных компасов последней конструкции имеет арретир, приводимый в движение кнопкой. Он

фиксирует положение маятника и позволяет брать отсчет; цена деления клинометра горного компаса 1° .

Рулетка — мерный шнур. Рулетка — простейший прибор для измерения расстояний при глазомерных съемках. Используется с ценой деления 1 см. Мерный шнур имеет разметку через один метр, выполненную цветными ленточками, которые пришиты к шнуру. Стандартная длина шнура 5—10 м. Изготавливается самостоятельно из нерастягивающейся бечевки.

Устройство рулетки: корпус, мерная лента (цена деления, положение нулевой метки), приспособление для сматывания.

Работа с рулеткой. Выполняют два человека. Нулевая метка находится у идущего сзади, третий ведет записи и осуществляет контроль, четвертый берет отсчеты по компасу и клинометру. Следует помнить, что рулетка, как и любой измерительный прибор, требует бережного обращения. Ленту нельзя пачкать, мыть, недопустимо завязывание узлов, наличие перекручиваний.

Взятие отсчета. Сначала отсчитываются метры, затем дециметры, потом сантиметры; ошибки измерений возможны в том случае, если нулевая метка не совпадает с положением пикета, лента не параллельна линии склона, скручена вдоль оси.

Измерение проложений и превышений. Проложение необходимо для построения планов; превышение — для построения вертикальных разрезов-разверток; соотношение — длина, угол наклона, проложение. Превышение — это так называемый «клинометрический треугольник». Он представляет из себя прямоугольный треугольник, образуемый линией склона, отвесной линией, проведенной из верхнего пикета, и горизонтальной линией, проведенной через нижний пикет. Проложение — горизонтальный отрезок клинометрического треугольника как проекция линии склона на горизонтальную плоскость, превышение — вертикальный отрезок клинометрического треугольника как проекция линии склона на вертикальную плоскость.

Существует два способа вычисления сторон клинометрического треугольника:

а) алгебраический — вычисление проложений и превышений с помощью формул: проложение = длина · косинус угла наклона, превышение = длина · синус угла наклона. Значения угла получают с помощью клинометра, значения синуса и косинуса — с помощью таблиц;

б) геометрический — вычисление проложений и превышений путем построения клинометрического треугольника на плане в масштабе. Масштаб — отношение длины линии на плане к длине линии на местности (предпочтительные масштабы 1:100, 1:1000, 1:10 000, 1:500, 1:5000, 1:250, 1:2500). Использовать данный способ рекомендуется в случае отсутствия таблиц, а также, если учащиеся, вследствие возрастных особенностей, не готовы к освоению понятий синуса и косинуса.

Порядок построения клинометрического треугольника. Проводится горизонтальная линия, на ней ставится точка, с помощью транспортира строятся угол наклона и линия наклона, откладывается длина в масштабе, из конца отрезка длины на горизонтальную линию опускается перпендикуляр, точка пересечения образует два отрезка, перпендикулярные друг другу: проложение и превышение. Отрезки измеряются линейкой и делятся на масштаб.

И всего сказанного можно сделать вывод, что на первом этапе занятий и на последующих юные спелеологи должны прочно усвоить понятия о компасе, азимуте, магнитном меридиане, отвесной линии, горизонтальной плоскости, цене деления, точности измерения, клинометре, угле наклона, рулетке, клинометрическом треугольнике, проложении, превышении, масштабе.

Для учебных занятий в лаборатории, классе надо изготовить такие наглядные пособия в виде плакатов, как «Компас. Азимут», «Клинометр. Измерение углов наклона», «Клинометрический треугольник: длина, проложение, превышение», «Горный компас».

Материал учебных таблиц, плакатов должен быть доступным для фиксации в конспектах. В процессе теоретических занятий руководитель кружка дублирует чертежи на доске мелом. При этом все элементы чертежа, порядок его построения необходимо тщательно

продумать — это способствует лучшему восприятию школьниками графического материала, приучает их умело с ним работать. Навыки, приобретенные учащимися в этом отношении, пригодятся им в дальнейшем во время полевых занятий и камеральных работ.

Занятия с клинометром лучше проводить с использованием учебного столика, изготовленного самостоятельно, имеющего изменяющийся угол наклона плоскости.

2. Оборудование для съемочных работ

Глазомерная и полуинструментальная съемки широко доступны не только вследствие простоты, но и несложности применяемого оборудования. В практике школьных спелеопоходов нельзя предъявлять высоких требований к пределам допустимых погрешностей, поскольку задача в данном случае заключается не в получении каких-либо научных или производственно-технических результатов, а лишь в приобретении школьниками элементарных представлений и навыков проведения съемочных работ.

На последующих этапах, в процессе второго и третьего года занятий, при постановке целевых работ исследовательского характера возникает необходимость в измерениях, более точных. В этом случае следует обратиться за помощью к геологам-профессионалам и использовать производственные геодезические приборы и инструменты: рейки, штативы, нивелиры, гониометры, теодолиты, металлические мерные ленты со шпильками. В качестве примера можно назвать техническое нивелирование основных карстовых объектов Кургазакского лога или подготовительные съемочные работы к вертикальному электророндированию пещеры Казачий стан.

Оборудование для поверхностных съемок. Помимо компаса и клинометра сюда относятся веревка основная, съемочный мерный шнур, шнур с отвесом, пикетный журнал.

Длина основной веревки, имеющей разметку через один и пять метров, — 40 м. Веревка используется для прокладки осевых линий при съемке логов и входных воронок в пещерах, а также для навески осевой линии пещеры в период работ, связанных с оценкой ее

суммарной протяженности, глубины относительно входного отверстия, простирания ходов.

Разметка на основной веревке играет роль пикетов, которые закреплены постоянно и не требуют фиксации. Исключение составляют начало и конец веревки. Для их фиксации применяются металлические кольца (шпильки), изготовленные из прута диаметром 15 мм и длиной около полуметра. Забиваются кольца тяжелым геологическим или скальным молотком.

Съемочный мерный шнур. Длина 5, 10, 15 м. Имеет разметку. Наматывается на прямоугольную фанеру (размер 10×20 см). Употребляется вместо рулетки. Кроме того, шнур используется для прокладки профилей. Постоянно закрепляется редко. В распоряжении двух человек, работающих со шнуром, дополнительно имеются уровень или клинометр для контроля горизонтальности шнура, отвесы, позволяющие контролировать точность расположения нулевой метки над пикетом, а также топоры для рубки веток, которые иногда мешают натяжке мерного шнура.

Шнур с отвесом. Характеризуется теми же данными, что и мерный шнур. Однако на конце навеса, у нулевой метки, закреплена свинцовая или стальная гирька особой формы. Применяется для промера глубины колодца, воронок, измерения превышений (если это непосредственно доступно). Для удобства хранения сматывается на фанерку (размер 10×20 см).

Пикетный журнал. Страницы размечаются карандашом. Делается это заблаговременно, до начала похода.

Оборудование для подземных съемок. В состав его входят налобный и ручной фонарь, запас свечей и спичек, предохранительная одежда (хлопчатобумажный комбинезон с нашивками из клеенки на локтях, коленях и ягодицах), резиновые сапоги, шлем-каски, страховочная веревка для спуска в неглубокие колодцы и работы на уступах (хранится в небольшом рюкзаке или в сумке и используется только по назначению), фотоаппарат и импульсная лампа.

С помощью фотографий, сделанных во время камеральных работ, можно установить различные детали микрорельефа пещеры, которые при описании ее

выпадают обычно из поля зрения. Особый интерес представляют цветные диапозитивы.

Фотоаппарат для работы под землей пригоден любой, важно лишь, чтобы он имел гнездо для вспышки. Это может быть, например, камера «Смена». Резкость устанавливается по пламени свечи при диафрагме, полностью открытой. О том, как обращаться с фотоаппаратом при подземных съемках, рассказывается в книгах В. Танасийчука «Под землей с фотоаппаратом» (изд-во «Детская литература»), В. Илюхина и В. Дублянского «Путешествие под землей» (изд-во «Физкультура и спорт»).

Оборудование для полевых камеральных работ. Так как черновую обработку материала съемок приходится выполнять в поле, необходимо иметь карандаши «Конструктор», готвальню, логарифмическую линейку, таблицы, масштабные линейки, транспортир, резинки, планшет и набор листов миллиметровой бумаги, кальку, подвесной светильник, который можно изготовить самостоятельно.

Методы съемки. Овладение ими имеет исключительно важное значение. Дело в том, что, во-первых, в настоящее время, кроме съемки, иные способы проведения наблюдений и фиксации наблюдаемого материала отсутствуют; во-вторых, получить доброкачественные результаты, обоснованные выводы можно лишь при условии, если съемочные работы осуществляются на высоком организационном и техническом уровне.

Как показывает практика, в деятельности спелеокружка достаточно использование двух методов: перпендикуляров (ординат) и маршрута (в сочетании с методом перпендикуляров). Рассмотрим каждый из них.

А. Метод перпендикуляров. После знакомства со съемочным полигоном определяется его преимущественное направление. С помощью компаса сравнивается преимущественное направление полигона с направлениями С—Ю и З—В и решается, нельзя ли взять их в качестве направления магистрали. Оценивая в шагах размеры полигона, определяется, учитывая задачи и подробности плана, масштаб съемки. Оценивается безопасность предстоящих работ (шур-

фы, дудки, колодцы, обрывы, болота и т. д.). Далее работа выполняется в таком порядке: разбивка магистрали (осевая линия съемочного участка, его преимущественное направление); установка и фиксация пикетов (закрепленные на магистрали точки); разбивка профилей (линии, проводимые через пикеты, перпендикулярно магистрали); наметка съемочных точек (пикетов на профиле); промеры, запись в пикетажный (съемочный) журнал; составление абриса (глазомерно составленный чертеж, на котором показаны все снимаемые предметы и записаны числовые результаты измерений).

Затем точно в масштабе составляется план съемочного полигона. Следует заметить, что нумерация точек на профиле всегда начинается с номера профиля, например, точки на профиле 4 будут иметь такую нумерацию: 40, 41, 42 и т. д. (точки 0, 1, 2 и т. д.).

Б. Метод маршрута. Используется главным образом для съемки карстовых логов. Снимается ось лога (линия водотока). К ней, путем специальных промеров, «привязываются» борта лога, а также воронки, колодцы, провалы и крупные обнажения известняка. Оцениваются размеры лога и устанавливается соответствующий масштаб. В дальнейшем на оси лога выбирается и фиксируется нулевой пикет; линия маршрута мысленно проводится по оси лога; ось лога (хода), исходя из особенностей микрорельефа, разбивается на короткие отрезки; измеряются основные величины: а) длина как расстояние от пикета до пикета — l ; б) азимут — A° ; в) угол наклона — a° ; ширина: влево — $v_{л.}$, вправо — $v_{п.}$.

Для «привязки» бортов выполняются перпендикулярные промеры в горизонтальной плоскости. В случае необходимости, если такие промеры не горизонтальны, учитывается угол наклона.

Особенности поверхностной съемки карстовых логов. Задача съемки — «привязка» на план основных карстовых объектов: пещер, колодцев, провалов, шахт. При этом нередко решается и попутная задача — глазомерная и полуинструментальная нивелировка входной части основных карстовых объектов относительно зеркала реки, в которую впадает лог, или объектов относительно друг друга. Ма-

териалы нивелировки могут служить основой для дальнейшего поиска.

Маршрут съемки располагается по линии водотока (талвег), называемой для простоты «осью лога». Ось — извилистая линия. Направленная к реке, она имеет всегда, как в целом, так и на отдельных участках, угол наклона. Вот почему для каждой съемочной точки приходится вычислять и проложение, и превышение. Без этого план и профиль лога окажутся неточными.

Сложность работы заключается и в том, что склоны лога (борта) по отношению горизонтальной плоскости имеют в разных съемочных точках различные значения угла наклона. Данное положение также следует учитывать, а поэтому в одной и той же точке нередко приходится измерять три длины, три азимута, три угла наклона и, соответственно, вычислять три проложения и три превышения. Все это требует от участников съемки при проведении измерений, составлении абриса и выполнении расчетов особого внимания. Отсюда ясно, что к съемке карстовых логов могут быть допущены школьники, обладающие определенными навыками съемки горизонтальных полигонов методом перпендикуляров и хорошо освоившие метод маршрута на каком-либо учебном съемочном объекте.

«Привязка» карстового объекта вызывает, как правило, необходимость дополнительной микросъемки входной карстовой воронки в крупном масштабе. Это делается на отдельном листе. И лишь затем такая воронка переносится в соответствующем масштабе на план поверхностной съемки. Вот почему съемку планов входных карстовых воронок основных спелеообъектов лога выполняет обычно специальная группа или несколько, если количество участников полевой практики, похода позволяет это и если карстовый лог имеет несколько интересных объектов.

Процесс съемки карстовых логов — дело очень трудоемкое. Съемка лога Жемеряк и части р. Сухарыш занимает, например, пять дней.

Поверхностная съемка входных карстовых воронок. Решение таких вопросов, как, скажем, простирается пещеры под землей в соотношении ее с поверхностью, взаимосвязь соседних карсто-

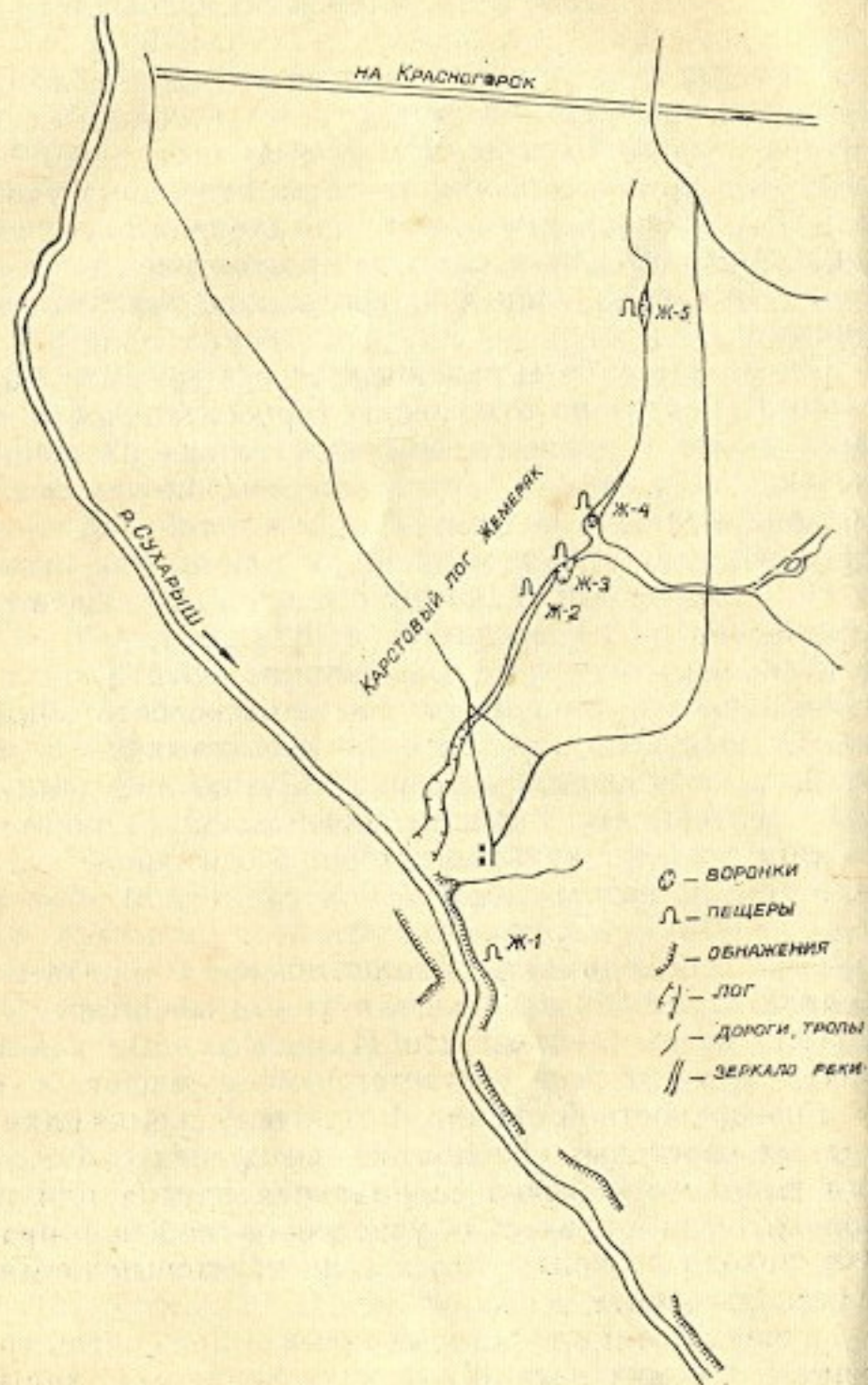


Рис. 1. Карстовый лог Жемеряк и названия пещер:
Ж-1 — Склозная; Ж-2 — без названия; Ж-3 — Б. Жемеряк;
Ж-4 — М. Жемеряк; Ж-5 — Восьмиглазка.

По материалам поверхностных съемок клуба
юных спелеологов г. Коркино

вых воронок (обвалов кровли) с простираем основной пещеры и т. п., требует тщательной поверхностной съемки входных карстовых воронок. Здесь в очень своеобразной, учитывающей особенности работы форме выгодно использовать метод перпендикуляров (ординат). Специфика съемки состоит в том, что роль магистрали принадлежит туго натянутой прочной осевой веревке достаточно большой длины (или стальная маркшейдерская струна). Вербка имеет разметку, учитывающую возможность растяжения. Разметка на осевой веревке играет роль пикетов.

Профили отмечают съемочными шнурами в горизонтальной плоскости перпендикулярно осевой веревке-магистрали путем накладывания съемочного шнура на осевую линию. Дополнительно применяется шнур с отвесом для отсчета положения элементов воронки и ее микрорельефа. Подобная методика используется при некоторых видах маркшейдерских работ, требующих, как правило, особой точности. Применение ее, если учесть, что все элементы микрорельефа воронки наносятся на план в проекции на горизонтальную плоскость, позволяет измерять значения проложений непосредственно. Дело в том, что разметка магистраль — профили располагается перед началом съемки уже в горизонтальной плоскости, а отсчет берется по положению отвеса, который представляет вертикальную линию и дает (отсчет по разметке) непосредственное значение превышений относительной высоты и глубины. Воронка имеет несколько ярусов и ступеней глубины. Все линии (обрывы, обнажения), располагающиеся ближе к центру, считаются более глубокими.

Таким образом, удается точно снять воронки, имеющие очень сложный микрорельеф. За счет других способов (исключая тахеометр) это сделать невозможно. Съемка подземной части пещеры, план которой в дальнейшем совмещают с планом воронки, исполняется обычным способом.

Подземная съемка. Особенности методики подготовки юных спелеологов для выполнения такой съемки и наблюдений определяются особенностями условий работы в пещерах. И естественно, нельзя рассчитывать на успех, если ребята впервые приступают

к делу. В этом случае необходимо учитывать ряд факторов. Основные из них сводятся к следующему:

— предварительное участие в поверхностных съемках;

— объективные трудности, могущие возникнуть во время пребывания в пещере (отсутствие света, слабая освещенность, замкнутость пространства, низкая температура, повышенная влажность, естественные препятствия — завалы, лед, узкие ходы, щели, глина и глинистое дно, низкий потолок, колодцы, снег, вода);

— субъективные трудности, связанные с отсутствием у школьников опыта работы в пещерах (психологическая неподготовленность, боязнь закрытого пространства, слабое пространственное восприятие при работе с фонарем под землей в темноте; слабая техническая оснащенность: неудовлетворительный свет, несоответствующая одежда, отсутствие умений преодолевать препятствия, встречающиеся при работе в пещерах, отсутствие должной ориентировки, связанное со слабым пространственным восприятием вообще);

— повышение роли и ответственности руководителя похода во время нахождения школьников в условиях пещеры (необходимость присутствия руководителя на всех этапах работы: при спуске, установке съемочной линии — маркировка пикетов карточками, при прохождении сложных препятствий: ходов с низким потолком, ледяных образований, водных преград, колодцев, щелей, при подъеме из пещеры), обязательная предварительная оценка пещеры руководителем, контроль за измерениями, отсчетами, записями, за состоянием и поведением участников, наличие постоянной связи с поверхностью при помощи самодельного телефона или дежурных наблюдателей.

Упрощенная съемка пещер. Термин «упрощенная» не следует понимать как «неточная». Упрощенная съемка, представляющая переходный момент от поверхностных съемок к подземным, предлагает отвлечение от ряда деталей, которые мешают восприятию сущности основного в работе, без чего подземная съемка невозможна вообще. Задачи упрощенной съемки предусматривают определение на-

правления ходов (простираение) пещеры, ее протяженности и глубины.

Сущность упрощенной съемки. Снимается не пещера в целом, а только осевая линия хода; роль этой линии играет туго натянутый шнур, роль пикетов — точки его закрепления. На плане осевой линии детали не наносятся, а характерные участки хода отмечаются в съемочном журнале.

Методика работы. Навеска осевого шнура (выбор правильного положения нулевого пикета, закрепление промежуточных пикетов, закрепление последнего из них, выбор правильного положения шнура относительно хода пещеры); измерение длины, углов наклона азимута; учет боковых ходов и микро-рельефа пещеры, возможных ошибок.

Камеральные работы. В процессе их выполнения можно получить ответы на вопросы, поставленные перед началом съемки: каковы простираение ходов пещеры, ее длина и глубина, а также установить предварительную оценку пещеры.

Весьма существенный момент — соотнесение результатов упрощенной съемки пещеры с планом поверхностной съемки входной карстовой воронки пещеры (если таковая имеется). Благодаря этому сразу же становится ясно, в каком соотношении находятся подземная часть пещеры и соседние поверхностные воронки. Для наглядности простираение пещеры в естественную величину съемочной линии отмечается на поверхности колышками.

Учитывая опыт участия школьников в спелеопоходах, в проведении подземных съемок, руководитель может спланировать ряд поверхностных работ: расчистка соседних воронок, поиск ранее неизвестных частей пещеры и т. д.

Таким образом, помимо задач учебного характера, упрощенная съемка содержит элементы практической значимости. Поэтому освоение способов работы под землей школьники должны начинать с упрощенной съемки.

Усложненная съемка пещер. Особенности такой съемки заключаются в том, что все вопросы предстоит решать в комплексе. Дополнительная трудность, как отмечалось выше, — темнота и необычность

условий работы. Для практики съемочных работ лучшим, на наш взгляд, объектом является пещера Игнатия. Ее доступность и относительная безопасность позволяют проводить учебную полевую практику юных спелеологов в любое время года. Вот почему пещера может быть рекомендована для этого в первую очередь.

Детальность съемки любой пещеры определяется, как известно, задачами съемки и масштабами плана. Для работ в пещере Игнатия можно рекомендовать масштаб 1:250. В результате план уместится на нескольких листах миллиметровки, склеенных вместе. При выборе такого масштаба все ходы и тупики до 50 см легко наносятся на план. Кроме того, на нем удастся показать и детали микрорельефа: ямы, отдельные камни, раскоп археологических работ, геологические нарушения и т. д.

Если перед участниками спелеопохода ставятся только задачи учебного характера, то систему узких боковых ходов можно не снимать. Это относится не только к пещере Игнатия: любой карстовый объект нельзя изучить «сразу и до конца» — что-то следует оставить и для дальнейших наблюдений.

Осевая линия обозначается линией пикетов (карточки с номерами) и имеет соответствующую нумерацию точек, порядок которой отражается в съемочном журнале. Пол, стены и потолок «привязываются» с помощью поперечных сечений в каждом пикете, проводимых перпендикулярно линии маршрута. На поперечном сечении имеется только три промера: высота, ширина влево, ширина вправо — остальные элементы дорисовываются на глаз. И все-таки поперечные сечения дают представление в основном только о характере стен. Характер потолка лучше выявляется с помощью вертикального разреза-развертки, который строится так, как будто бы линия пикетов развернута и выстроена в одной плоскости.

Нет необходимости «привязывать» к плану, кроме существенных, все детали микрорельефа. Например, в пещере Игнатия следует отобразить границу света, границу влажной части в мрачном ходе, характерные блюдцеобразные известковые отложения на полу в конце большого осевого хода, глыбы-«стоны» в Ко-

лонном зале, лестницу, ведущую в склеп Игнатия, надпись на стене, относящуюся к прошлому столетию и т. д. Однако, если участники похода решают только задачи геологического характера, главное внимание, естественно, обращается на геологическую обстановку в пещере: нарушения кровли, трещиноватость, падение пластов, натечные образования и т. д.

Когда юные спелеологи приобретут достаточные навыки в области усложненных подземных съемок, надо постепенно усложнять и задачи, которые ставятся перед ними — повышать требования к качеству съемки, имея в виду ее подробности и отдельные детали, к выполнению микрорельефа плана, ко всему тому, что относится к описанию пещеры. Большую пользу в этом отношении могут оказать популярное пособие «Путешествия под землей» (авторы В. Илюхин и В. Дублянский), Челябинская областная спелеосекция или специалисты областного отделения Всесоюзного географического общества. Весьма важно, чтобы руководитель спелеопохода сознавал, что цель работы школьника под землей заключается не в получении фактического научного материала (мы не претендуем на роль карстоведов), а в приобретении им определенных навыков, в формировании у него определенных практических качеств. В противном случае педагогическое содержание работы не достигнет цели — ведь и сам школьник не собирается стать карстоведом.

Словесная съемка, описание пещеры. Графический материал не может полностью отобразить всех особенностей пещеры. Поскольку в графе «Примечания» приходится указывать лишь отдельные, наиболее характерные детали, на обратной стороне листа пикетажного журнала ведут «словесную съемку». При этом такую съемку и характеристику пещеры отождествлять не следует. Словесная съемка, позволяя школьникам приобрести навыки словесного фиксирования материалов наблюдений за карстовым объектом, — не только способ получения фактических данных качественного характера. Это и способ развития способностей юного спелеолога, в частности таких столь ценных качеств, как наблюдательность, абстрактное и обобщенное мышление. Вот почему словесной съемке нужно уделять большое внимание.

Пикетажный журнал съемки
пещеры Игнатия (фрагмент)

| Номер точки пикета | Азимут А | Расстояние | Угол наклона | Ширина | | Высота хода | Абрис плана, нумерация и взаимное расположение пикетов. Детали микрорельефа | Абрис поперечных сечений. Примечания | Абрис профиля. Примечания |
|--------------------|----------|------------|--------------|--------|--------|-------------|---|--------------------------------------|---------------------------|
| | | | | влево | вправо | | | | |
| 6 | 310 | 5 | 5 | 1,5 | 3 | 2 | | | |
| 7 | 310 | 5 | 5 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | | | |
| 8 | 320 | 5 | 0 | 4 | — | 1,5 | | | |
| 9 | 65 | 5 | -10 | 1 | 1 | 1 | | | |
| 10 | 82 | 4 | -20 | 0,7 | 1 | 0,5 | | | |
| 11 | 145 | 5 | -10 | 2 | 0,7 | 1 | | | |
| 12 | 125 | 8 | -5 | 0,25 | 0,25 | 1 | | | |
| 8-13 | 360 | 5 | 0 | 3 | 5 | 1 | | | |
| 14 | 40 | 5 | -10 | 2,5 | 2 | 1 | | | |

Рассмотрим в качестве примера словесную съемку некоторых частей пещеры Игнатия.

Входная часть. Пикеты 0—35.

0. Нулевой пикет находится над зеркалом р. Сим на высоте около 20 м.

1. Вход представляет арку шириной влево 8 м, вправо — 11 м. За аркой следует пять карнизов, простирающие уступов которых составляет 190° . В трех метрах после первого пикета арка переходит в плоский потолок высотой около 8 м.

2. Под аркой, во входной части и обнажении, ярко выражена трещиноватость напластования и тектоническая трещиноватость: падение пластов 45° , угол $5-20^\circ$, тектонические трещины развиты по двум системам азимутов $125-140^\circ$, угол 80° и азимутов $240-260^\circ$, угол $60-70^\circ$.

3. В плоском потолке хорошо прослеживаются две трещины, ориентированные на 325 и 355° . Дно пещеры заполнено сухой карстовой глиной и падает в направлении реки. Справа по ходу у стены имеется раскоп прямоугольной формы (размеры 3×8 м). Выбросы его располагаются здесь же. В стенах раскопа легко обнаруживаются обломки костей, уголь, фрагменты орнаментированной керамики, представляющие археологический интерес.

На потолке и на стенах имеются группы ледяных кристаллов, очень выветренных и напоминающих комочки снега. Высота потолка около 3 м. Плоский потолок наклонен примерно на 12° вправо и падает в направлении развития пещеры.

4—5. Ледяная кристаллизация развита по всему потолку и напоминает издали хлопья снега. Вблизи группы кристаллов имеют форму табличек, из которых образованы розетки. Таблички прикреплены к потолку. Розетка развивается на их слое, разрастаясь местами до размеров 20—30 см и образуя гирлянду 10—12 см. При случайном прикосновении гирлянда легко отделяется.

Потолок имеет микротрещины, напоминающие «такыр». В нескольких точках пола обнаруживаются короткие сталагмиты, но пол сухой, глинистый.

6. Ход заметно сузился. В потолке узкая, почти вертикальная щель. Хорошо прослеживаются наруше-

ния в кровле: правая ее часть сдвинута относительно левой на 7—9 см.

Слева у стены имеется раскоп неправильной формы (размеры 4×1,5 м, глубина около метра). Выброс сделан на ось хода. С этого пикета хорошо виден контур входной части.

7—8—13—33. Зал, переходящий в боковые ходы и во вход, ведущий в основную часть пещеры (длина 20 м, ширина 10, высота 1 м). Потолок плоский, усеян ледяными кристаллами, слабо наклонен вправо.

Горизонтальный пол слабо наклонен по ходу. Крупные камни на полу затянуты карстовой глиной.

34. Небольшая колонна (группами по 2—3) ледяных сталагмитов. Потолок влажный, особенно это заметно в левой части по ходу. На стене, ближе к полу, слабо выражена натечность, очень мелкие сталактиты-иглолки, несколько напоминающие гелектиты. Это хорошо видно при ближайшем рассмотрении.

Потолок плоский и низкий. Тут прослеживаются последние блики дневного света. Слева по ходу несколько крупных плоских камней — вывалы из потолка. Здесь граница колонии ледяных сталагмитов. Далее температура плюсовая.

35. Вводит в основную часть пещеры — большой осевой ход. За границей света, главным образом по осевой части, пятна белой плесени, похожие на брызги извести.

Потолок перекрыт плитой, отделенной от основной части известняка на 2—5 см. В плите имеется несколько вертикальных трещин, ориентированных на 40—60°, основной ход на 330°. В этом же направлении в потолке развита протяженная вертикальная щель. Здесь необходимы более тщательные наблюдения.

Мрачный ход. Пикеты 36—48.

36. Поставлен на оси хода. Плотная глина и крупные камни, сцементированные известняком, заполнили дно хода. Здесь же два крупных плоских камня — «чемодана». Потолок завершается щелью. Стены влажные, сложены глыбами, сильно выветренными и залитыми известковыми натечками. Глыбы напоминают «балконы», поставленные один над другим. Особенно хорошо заметна натечность на стене справа. На полу под «балконами» — крупные капли, капез. Четко про-

слеживаются основания обломанных сталактитов-трубочек диаметром 10—12 мм.

37. То же, что и на пикете 36. Правая стена плоская, левая — сухая, сложенная из отдельных плоских «досок», поставленных на ребро. Эта стена напоминает растопыренные пальцы лап гигантского сказочного ящера.

38. Пол наклонен на 7°, потолок представляется узкой щелевидной «готической» аркой (высота около 2 м). Сталактиты обломаны.

39. Вправо тупик (длина 11 м). Трещины-напластования заполнены белым известковым налетом. Ориентировка трещин 150°, дно неровное: щебень, глина. Стены влажные.

41. Потолок низкий, плоский. Щель выражена слабо. Много капли. Вправо тупик. Наклон пола (длина 10 м) — 15°. Имеется обломанный сталагмит, под ним известковая подушка (диаметр 60—70 см), слившаяся с дном. Много обломанных трубок-сталактитов, среди них три больших сталагмита, похожих на конусы.

43. Пол неровный, чашеобразный. Все камни на дне затянуты тонкой известковой корочкой. Немало сталагмитов. Потолок аркообразный, сырой, постоянная капель. Сталактиты обломаны. Несколько натечков скорлупчатого строения (еловая шишка, поставленная наоборот). Подобные натечи встречаются в Серпиевских пещерах.

45. На дне валяются палки. Все залито известковой корочкой. Слева и справа аналогичные чешуйчатые натечи.

Зал «блюдцев». Пикеты 58—60.

Зал представляет окончание большого осевого хода. Правая стена слегка выпуклая. Трещиноватость напластования отчетливо выражена вдоль всей стены. Стена, отдельные места которой напоминают «шкуру ящера», и трещины залиты желтым известковым раствором. В отдельных трещинах встречаются минеральные образования ярко-желтого и оранжевого цвета. Выступы сглажены, заовалены. Потолок похож на «готическую» арку. Хорошо прослеживается осевая щель-трещина.

Отложения на дне зала отличает одна особенность — красновато-коричневый оттенок. Пол имеет не-

сколько ям, неглубоких, плоскодонных, неправильной формы. Отдаленно они напоминают «блюдца» гигантских размеров, происхождение их определить трудно.

Среди донных отложений встречаются камни крупных размеров, плоские, неправильной формы вывалы из потолка. В левой части зала в нишах имеются подобные глыбово-обвальные накопления, но более крупных размеров. Они не связаны с глинистой массой.

Зал заканчивается узким тупиком (п. 61), который посетители пещеры принимают как ее продолжение. В конце тупика видна щель, ведущая дальше, но протиснуться в нее невозможно.

Ход сухой. Здесь, как и в других частях пещеры, особенно во входной части под аркой, много надписей.

Склеп Игнатия. Пикеты 76—88.

Склеп представляет второй этаж пещеры. Это — комната, имеющая плоский потолок, в микротрещинах которого развита современная натечность — очень мелкие сталактиты-трубочки. Форма комнаты приближенно прямоугольная, ориентировочные размеры 9×12 м. От остальной части пещеры комнату как бы запирает гигантский вертикальный блок известняка. Именно вследствие его, как утверждают слухи, в пещере «произошел обвал» и остальная, «главная», ее часть оказалась недоступной.

В склеп ведут два хода: вертикальный лаз через каменную трубу (подниматься приходится по примитивной лестнице) и нижний — узкий, начинающийся от пола.

В склепе сыро, холодно. Комната заполнена карстовой глиной. Над входом, идущим снизу, имеется внушительной величины глыбовый навал, который как бы запирает вход. Сверху навала — гигантский конусообразный вынос карстовой глины. Угол откоса около 30° . Поднимаясь, по глине можно обнаружить крутой узкий ход, заканчивающийся куполом из глины. У левой стены старинные полусгнившие доски, крупные кирпичи. Здесь же большой натек-ребро, искусно оформленный под скульптурное изображение «божьей матери». В облике примитивной скульптуры угадывается сидящая женщина, руки ее сложены на коленях. Размеры скульптуры 20×12 см. Слева и справа от нее два коротких обломанных сталагмита.

При использовании импульсной лампы обнаруживается свечение натечных образований. Светятся только влажные натечи.

Камеральные работы в пещере Игнатия.

Являясь заключительным и ответственным этапом съемочного процесса, они позволяют получить готовый план пещеры, вертикальный разрез-развертку и поперечные сечения.

Работа с пикетажным журналом начинается с вычисления проложений. Дело в том, что план пещеры представляет ее проекцию в масштабе на горизонтальную плоскость. Поэтому при отработке плана откладывается не длина (расстояние от пикета до пикета), а проложение, равное длине, помноженной на косинус угла наклона, например: $5 \text{ м} \cdot \cos 5^\circ = 5 \cdot 0,99 = 4,95 \text{ м}$; $5 \text{ м} \cdot \cos 0^\circ = 5 \cdot 1 = 5 \text{ м}$; $5 \text{ м} \cdot \cos 10^\circ = 5 \cdot 0,98 = 4,9 \text{ м}$; $4 \text{ м} \cdot \cos 20^\circ = 4 \cdot 0,94 = 3,76 \text{ м}$ и т. д.

После вычисления всех проложений приступают к постройке плана пикетов. Для этого используются графы пикетажного журнала: номер пикета, азимут, проложение. Наличие такого плана позволяет сразу же обнаружить все неувязки. Причину их необходимо установить немедленно: неправильно взят азимут, неверно использован масштаб, допущена ошибка при работе с транспортиром и т. д. План пикетов наглядно отображает простираание пещеры под землей. Если позволяет время, в полевых условиях можно выполнить второй этап работы — составить подробный план пещеры. Для этого используются графы пикетажного журнала: номер пикета, ширина влево и ширина вправо.

С планом, построенным вчерне, есть смысл вернуться под землю, чтобы нанести детали микрорельефа, а заодно и проверить его. Подобного рода работу удобно совмещать со словесной съемкой, подземным фотографированием.

Когда план пещеры соответствует действительности и выполнен грамотно, построение вертикального разреза-развертки и поперечных сечений можно отложить до возвращения из похода. При наличии времени эти работы могут быть достаточно быстро сделаны и в по-

ле. При этом ломаная линия пикетов, проходящая через все залы (или только часть), разворачивается в одну прямую. Получается очень наглядный чертеж.

Вертикальный разрез-развертка строится двумя способами: а) с использованием транспортира, в данном случае на плане откладывается не проложение, а длина в масштабе и высота хода в этом же масштабе; б) с использованием значений превышений и относительной высоты, а также высоты хода — все в одном масштабе; превышения и относительная высота при этом должны быть вычислены по формуле: превышение равно длине, помноженной на синус угла наклона, например: $5 \text{ м} \cdot \sin 5^\circ = 5 \cdot 0,08 = 0,4 \text{ м}$; $5 \text{ м} \cdot \sin 10^\circ = 5 \cdot 0,17 = 0,85 \text{ м}$; $4 \text{ м} \cdot \sin 20^\circ = 4 \cdot 0,34 = 1,36 \text{ м}$ и т. д.

Поперечные сечения, выполненные в масштабе, соотносятся с пикетами вертикального разреза-развертки. Здесь же условными знаками показывают детали микрорельефа.

В заключение отметим, что на данном этапе юные спелеологи должны прочно усвоить следующие понятия: магистраль, линия маршрута, пикеты, профили съемочные, точки съемочные, порядок нумерации, абрис, ориентиры, топографическая карта, магнитное склонение, борта лога, линия водотока, поверхностная съемка, подземная съемка, карст, пещера, шахта, грот, натечные образования, пещерный заполнитель.

III. ПОСТАНОВКА РАБОТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ХАРАКТЕРА

Овладение юными спелеологами наиболее важными понятиями, методикой съемки и составления объяснительных записок, умение самостоятельно выполнять камеральные работы (строить планы, вертикальные разрезы-развертки, поперечные сечения, планы поверхностных съемок), приобретение навыков полевого быта в сложных климатических условиях — все это в совокупности создает хорошие предпосылки для дальнейшего совершенствования работы кружка, постановки здесь задач исследовательского характера, для деятельности научного общества учащихся.

Задача, которая ставится перед школьниками, должна отличаться простотой, быть доступной и сильной в смысле технических средств и предшествующей подготовки. Непременное условие — решать задачу должны собственными силами члены кружка. Желательно, чтобы предполагаемый исследовательский результат имел общественно полезную значимость.

Хорошие результаты можно получить тогда, когда руководитель кружка стремится к тому, чтобы школьник уже после второго года занятий в кружке мог самостоятельно поставить элементарные вопросы, имеющие исследовательское значение; из существующих методик работы выбрать такую, которая наиболее полно соответствует характеру его деятельности и условиям; провести исследование на доступном объекте и доступными средствами; получить нужный результат; дать его достоверности самостоятельную оценку и на основе этого сформулировать вопрос. Таков, пожалуй, главный смысл работы руководителя кружка.

Юношеская спелеология содержит богатые воз-

возможности для формирования исследовательских навыков школьников. Эти возможности осуществимы в том случае, если руководитель кружка на первых же занятиях ориентирует своих питомцев на выполнение серьезных исследований, стремится развивать их познавательные интересы. Необходимо помнить, что исследовательские работы — это труд школьника. И чем более активное участие он будет принимать в них, тем более широким будет становиться его кругозор, тем больше у него появится стремление познать новое, ранее неизвестное. Об этом свидетельствуют многочисленные примеры, в частности участие школьников в исследовании карста.

1. Исследовательские работы первого этапа. Определение размеров карстовых полостей

Исследовательские работы не требуют специального оборудования и выполняются на основе результатов, содержащихся в пикетажных журналах. К работам можно приступать уже после первой или второй полевой практики первого года занятий в кружке. Методика определения размеров карстовых полостей, достаточно подробно описанная в специальных руководствах по карстоведению и спелеологии, вполне доступна школьникам.

Рассмотрим в качестве конкретного примера работу по исследованию пещеры Игнатия. Являясь доступной, эта пещера — хороший учебный объект для первой самостоятельной съемки кружковцев первого года обучения (все данные приводятся по материалам съемок клуба юных спелеологов г. Коркино).

Общая длина. Определяется как сумма всех галерей без поправки на угол наклона. Подсчеты ведутся по пикетажному журналу. Общая протяженность пещеры Игнатия — 626 м. Подсчеты длины путем измерения длины ходов по плану пещеры всегда дают заниженный результат.

Общая глубина. Определяется как расстояние по вертикали от входа до самой нижней точки пещеры. Для этого используется вертикальный разрез-развертка. Общая глубина пещеры Игнатия при условии, что нулевой пикет будет поставлен под ар-

кой (высота над уровнем реки 20 м), дает нулевой результат — пещера горизонтальна.

Средняя высота. Определяется как отношение суммы всех замеренных высот к числу замеров. При этом исключаются все пикеты (например, последний пикет тупика), высота которых не измерялась. Средняя высота пещеры Игнатия — 2,42 м.

Средняя ширина. Определяется как отношение суммы всех замеренных ширин пещеры (сумма ширины влево и ширины вправо) к числу замеров. Часть замеров при съемке планов зала радиальным методом или методом обхода с пересечением должна быть исключена из рассмотрения, что определяется в каждом конкретном случае отдельно. Средняя ширина пещеры Игнатия — 3,13 м.

Значение средней ширины и средней высоты не дает полного представления о характере распределения ходов пещеры по высоте и ширине. Для этого составляют специальные таблицы и диаграммы, работа над которыми имеет определенную ценность — она позволяет школьникам научиться обрабатывать собранный материал статистическими методами, познакомиться с ними. Сущность работы заключается в следующем:

— выбирается интервал распределения, например: 0—0,5; 0,6—1; 1,1—1,5 и т. д.;

— на основе пикетажного журнала в таблицу распределения заносятся значения высоты по интервалам;

— в колонках суммируются значения результатов;

— находится процентное отношение суммы каждой из колонок к суммарной высоте (для ширины — к суммарной ширине).

После этого строится диаграмма распределения. Для этого по вертикальной оси откладываются процентные значения с интервалом 5, 10, 15 и т. д., по горизонтальной оси, согласно интервалу таблицы, — значения высоты в метрах. Аналогичные построения выполняются и для ширины ходов пещеры.

На диаграмме следует показать значение вычисленной средней высоты, а на соответствующей диаграмме — значение вычисленной средней ширины.

Следует заметить, что работа, о которой идет речь, требует сосредоточенности и времени. Для вычисле-

ния процентных отношений лучше использовать логарифмическую линейку. Процент вычисляется по определенной степени точности, например, до второго знака. Сумма вычисленных значений должна дать 100 процентов, но получается обычно на несколько десятых (сотых) меньше этого показателя. Ошибка находится в пределах погрешностей и вполне допустима. Применительно к пещере Игнатия могут быть получены такие распределения:

Площадь пола. Определяется по миллиметровой бумаге. Сначала устанавливается количество сантиметровых клеток, каждая из них нумеруется карандашом, затем подсчитываются полусантиметровые клетки (новая нумерация). Полученная в последнем случае сумма делится на четыре и прибавляется к значению сантиметровых клеток. Далее с помощью иглы подсчитывается число миллиметровых клеток, сумма их делится на 100 и прибавляется к значению сантиметровых клеток. После этого количество таких клеток (окончательное значение) умножается на площадь клетки в масштабе. Например, для масштаба съемки 1:250 площадь одной сантиметровой клетки соответствует $2,5 \text{ м} \times 2,5 \text{ м} = 6,25 \text{ м}^2$. Общая площадь пещеры Игнатия — 1652 м^2 .

Объем полости. Определяется на основании данных о вычислениях объемов геометрических фигур: треугольной, прямоугольной призмы и призмы-эллипсоида. На эти три группы могут быть условно классифицированы объемы отдельных частей пещеры. Используется план, поперечные сечения и формулы: $V = h \cdot S$, $V = 0,78 \cdot h \cdot S$, $V = 0,5 \cdot h \cdot S$ (сечения: прямоугольник, эллипс, треугольник). Объем пещеры определяется по частям. Умножать площадь пола на среднюю высоту — значит упростить дело, но результат будет неверным.

Площадь пола пещеры Игнатия — 1652 м^2 , средняя ее высота — $2,42 \text{ м}$. Произведение дает значение — 4000 м^3 , тогда как объем пещеры составляет в пределах погрешностей вычисления, допустимые для данного вида работ, всего 3049 м^3 .

Коэффициент пустотности Корбеля. Представляет произведение (значения величин берутся в сотнях метров) расстояния между крайними точ-

ками пещеры по основной оси (по прямой), расстояния между наиболее удаленными точками по перпендикуляру к ней и разницы высотных отметок между самыми высокими и низкими точками пещеры. Для пещеры Игнатия коэффициент Корбеля составляет $0,28$.

Коэффициент площадной закарстованности — отношение площади пола пещеры к площади блока карстующихся пород, ограниченного крайними точками пещеры. Коэффициент закарстованности для пещеры Игнатия составляет $0,122$.

Учащимся следует разъяснить значение и смысл двух последних коэффициентов или порекомендовать им познакомиться со специальной литературой.

Следует помнить, что результаты такой, относительно простой исследовательской работы школьников приобретают особый смысл лишь тогда, когда есть условия для сравнения. Поэтому аналогичный материал необходим и по другим пещерам. Методическую ценность представят сведения о тех из них, где предстоит работать кружковцам во время учебных полевых практик. Это позволит провести дополнительные сравнения имеющихся результатов и результатов учебной съемки.

Рассмотрим в качестве примера результаты, полученные на основе съемок, выполненных членами клуба юных спелеологов г. Коркино (табл. 2).

Таблица 2

Морфометрические показатели пещеры Игнатия и Кургазакской

| Название пещеры | Длина, м | Глубина, м | Площадь, м ² | Объем, м ³ | Q | q | Среднее | |
|-----------------|----------|------------|-------------------------|-----------------------|------|------|-----------|-----------|
| | | | | | | | ширина, м | высота, м |
| Игнатия | 626 | 0 | 1652 | 3049 | 0,28 | 0,12 | 3,15 | 2,42 |
| Кургазакская | 452 | 27 | 2270 | 8050 | 0,19 | 0,31 | 7,4 | 1,93 |

Примечание. Q — коэффициент пустотности Корбеля; q — коэффициент площадной закарстованности.

В заключение отметим, что если исследовательские работы по определению морфометрических показателей пещер малоисследованного района носят планомерный характер, выполняются школьниками без излишней поспешности, качественно, то можно получить материал, который не только заинтересует специалистов-карстоведов, но и послужит им основой для начала работ в данном районе.

2. Исследовательские работы первого этапа. Распределение ходов пещеры по направлению: роза ходов и график

К работам этого этапа, когда школьники лишь начинают знакомиться с методикой проведения простейших исследований, следует отнести работы, связанные с изучением распределения ходов пещеры по направлению. Здесь используются те же статистические методы, что и при изучении распределения ходов по высоте и по ширине.

Выбираются интервалы распределения направлений по азимутам $270-360^\circ$ и $0-90^\circ$ через 10° . На основании данных пикетажного журнала в соответствующие колонки распределения записывается протяженность ходов. После обработки журнала значения протяженности в каждой колонке суммируются. Затем находится суммарное отношение длины ходов в каждой из них к общему суммарному значению длины ходов. Например, для интервала $270-279^\circ$ суммарное значение длины ходов составляет 39,5 м. Общая суммарная длина по всем измерениям 108 пикетов 671,8 м (она несколько больше длины пещеры). Отношение $39,5/671,8$ дает 0,057, или 5,7%.

После вычислений процентные значения в колонках суммируются. Сумма должна дать значение, близкое к 100%, поскольку вычисления проводятся с точностью до второго знака. Делается это и для проверки качества работ, и для того, чтобы научить школьника анализировать достоверность результата.

Распределение ходов по направлению может быть представлено в виде диаграмм, аналогичных распределению ходов по высоте и ширине. Однако общепринятым методом наглядного представления здесь слу-

жит роза ходов. Выполняется она просто. Проводится полуокружность, дуга которой разбивается с интервалом в 10° , начиная от 270° через 0 до 90° . Значения процентов откладываются по соответствующим радиусам в масштабе. После этого все значения объединяются ломаной линией, которая отдаленно напоминает розу ветров, известную из метеорологии.

Когда сопоставляются данные по нескольким пещерам или выявляются закономерности развития карста, а также сравниваются данные по пещере, логу, воронке, трещинам, необходимо построение графиков.

3. Исследовательские работы первого этапа. Изучение трещиноватости

Для известняков, в которых залегают пещеры, характерны трещиноватости напластования и тектоническая. Тектоническая трещиноватость возникает вследствие движений земной коры, т. е. тектонических движений, вызывающих ее деформации и разрывы слоев. Основной вид этих движений — вертикальные поднятия и опускания коры. Происходят они повсеместно, интенсивность их различная. К таким процессам относятся процессы смятия слоев в складки, образования в земной коре разломов, надвигов и т. д. При этом в горной породе появляются механические напряжения, что приводит к образованию мелкой трещиноватости. Подобное явление называется «кляваж». Тектоническую трещиноватость следует отличать от трещиноватости напластования, всегда хорошо просматриваемой в обнажениях известняка. Причина ее — неравномерность накопления донных осадков, послуживших впоследствии материалом для отложения толщи известняков. Все эти явления, вполне доступные пониманию школьников, хорошо описаны в специальной и учебной литературе по геологии.

Измеряя элементы залегания трещин (простираение) с помощью горного компаса, можно, выполнив достаточное число замеров, выявить преимущественные направления трещиноватости в данном массиве известняков и сопоставить их с преимущественными направлениями развития ходов пещеры. Можно отметить также, что эти направления ходов и трещин сов-

падают. Таким образом, устанавливается, что пещера в своем развитии подчиняется определенным закономерностям. То же можно сказать относительно карстовых логов и речных долин, прорезающих известняки.

Члены кружка юных спелеологов должны усвоить такие основные понятия, как простирание, падение, угол падения, элементы залегания пласта, обозначение элементов залегания на картах, и научиться измерять их с помощью горного компаса.

На первом этапе наилучшим объектом для постановки работы по изучению трещиноватости может служить пещера Игнатия. При этом исследовательская работа школьников, несмотря на ее простоту, должна проходить в определенной последовательности и очень тщательно.

Прежде чем приступить к наблюдениям за трещиноватостью, необходимо всесторонне осмотреть пещеру. Это позволит хорошо представить относительное расположение ее ходов. Во время осмотра нужно выделить характерные участки пещеры. В пещере Игнатия такими являются: входная часть, узкий боковой ход, Мрачный ход, большой осевой ход, колонный зал, коридор Игнатия, склеп Игнатия. Из этих объектов для работы надо выбрать два, максимум три.

После осмотра выделяются площадки для наблюдения. Начинать работу следует с входной части и большого осевого хода. Площадок, удобных для наблюдения, в пещере Игнатия достаточно. Заметим, что ограничиваться только входной частью не следует, так как материал, характеризующий ее трещиноватость, будет относиться к поверхностным наблюдениям, которые можно провести на любом обнажении по реке Сим вблизи пещеры. Если учесть, что цель наблюдений под землей — получение более полного представления о геологических особенностях пещеры, то для этого очень подходят большой осевой ход и его продолжение — Мрачный ход.

Нельзя забывать, что наблюдения под землей — дело трудное. И чтобы получить достоверные результаты, учащиеся должны уметь хорошо обращаться с горным компасом, определять элементы залегания на обнажениях, достаточно выраженных на поверхности.

С этой точки зрения предварительная работа во входной части исключительно важна. Здесь, под аркой, в пределах нескольких пикетов, имеется множество учебных «классических» площадок, где начинающие наблюдатели могут приобрести ценные навыки по определению элементов залегания и собрать вполне достоверный материал. Перед началом наблюдений следует напомнить учащимся основные понятия трещиноватости.

Выясняется понимание трещиноватости и напластования. Она очень ярко выражена во входной части пещеры Игнатия. Далее объясняется, как располагаются слои, подчеркивается, что они как бы последовательно повторяют друг друга и наклонены к плоскости горизонта под некоторым углом. Этот видимый угол падения можно оценить, пользуясь горным компасом, для чего достаточно держать его на вытянутых руках перед глазами. Располагаясь лицом к входной части пещеры, обращается внимание на то, что пласты наклонены вправо и видимый угол наклона не превышает 10° . При этом следует обратить внимание на то, что видимые углы наклона нередко не соответствуют действительным углам падения.

Затем учащиеся подходят под арку и на одном из отколов, выбрав достаточно ровную наклонную площадку, выполняют несколько пробных замеров. Таких площадок в обнажении под аркой много.

Определение угла падения. Для этого компас ставится на ребро и на основании клинометра поворачивается вокруг вертикальной оси до тех пор, пока не будет получено наибольшее значение угла падения. Отсчет угла берется по клинометру, но компас сдвигается. Далее, используя его как линейку, на поверхности камня мягким карандашом проводится линия падения. Подняв компас, можно заметить, что на камне остается эта линия.

Определение азимута линии падения. Короткой рабочей стороной компас ставится перпендикулярно линии падения в горизонтальной плоскости (что проверяется по пузырьку уровня, встроенного в компас) севером (значение 0°) по направлению линии падения. Соблюдая горизонтальное положение компаса и стрелки, против северного конца стрелки компаса

читается значение азимута падения. Под аркой могут быть собраны такие данные:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Аз. 40, угол 15 | 7. Аз. 28, угол 15 |
| 2. Аз. 45, угол 10 | 8. Аз. 28, угол 05 |
| 3. Аз. 35, угол 18 | 9. Аз. 38, угол 10 |
| 4. Аз. 50, угол 10 | 10. Аз. 30, угол 5 |
| 5. Аз. 30, угол 13 | 11. Аз. 30, угол 7 |
| 6. Аз. 35, угол 25 | 12. и т. д. |

Достоверность представления о трещиноватости участка может быть получена лишь на основании не менее 100 замеров, проведенных на различных площадках.

Определение азимута простирания. Линия простирания, получаемая в результате мысленного пересечения пласта горизонтальной плоскостью, перпендикулярна линии падения. Получаем:

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. 130 (310) | 6. 125 (305) |
| 2. 135 (315) | 7. 118 (298) |
| 3. 125 (305) | 8. 118 (298) |
| 4. 140 (320) | 9. 128 (308) |
| 5. 120 (300) | 10. 120 (300) |

Для обобщения наблюдений значения простирания приводятся к интервалам азимутов $270-360^\circ$ и $0-90^\circ$. Поэтому ко всем значениям от 90 до 180° прибавляется 180° , а от всех значений в пределах $180-270^\circ$ вычитается столько же градусов. Далее, данные простирания трещин по интервалам через 10° записываются в таблицы, аналогичные таблицам распределения ходов по направлениям, и таким же образом обрабатываются.

Убедившись, что замеры выполняются правильно, руководитель и кружковцы, работавшие под аркой, переходят в подземную часть пещеры Игнатия в большой осевой ход. В отличие от пещер, где натечность развита хорошо, стены этого хода достаточно чистые, их форма, напоминающая панцирь ископаемого ящера («шкура дракона»), очень своеобразна. На площадках «панциря» имеется много мест, используя которые, можно успешно овладеть навыками проведения наблюдений за трещиноватостью напластования под землей.

Всех участников кружка необходимо предупредить, что в условиях низкой освещенности вероятность ошибки, когда делается отсчет, резко возрастает. Поэтому,

прежде чем записать его результаты, их нужно еще раз внимательно проверить, осветив фонарем шкалу клинометра или лимб компаса.

По окончании наблюдений за трещиноватостью напластования в различных участках пещеры и обработки полученных результатов наблюдений можно начинать изучение тектонической трещиноватости. Для этого сначала осматриваются участки, характеризующиеся ярко выраженной трещиноватостью, затем ведутся замеры. Для тектонических трещин измеряется только простирание, измерение углов их падения на первых этапах исследовательской деятельности школьникам не под силу.

По мере построения графиков трещиноватости и простирания ходов дается оценка полученным результатам, выполняется их анализ. Ниже приводится такой график, относящийся к пещере Игнатия. Он позволяет сделать следующие выводы:

А. Преимущественные направления трещиноватости и простирания ходов пещеры совпадают, причем простирание ее входной части связано, главным образом, с трещиноватостью напластования; в развитии входной части играет роль лишь вторая группа тектонических трещин, относящихся к развитию боковых узких ходов и тупиков; простирание подземной части (большой осевой ход) связано в основном с тектонической трещиноватостью; трещиноватости напластования почти горизонтально расположенных слоев в развитии подземной части принадлежит вспомогательное значение.

Б. Выделено две группы тектонической трещиноватости. К первой приурочено развитие большого осевого хода, ко второй — развитие тупиков и боковых узких ходов.

В. Ходы, угол простирания которых достигает 70° , бесперспективны.

В результате постановки исследовательских работ первого этапа, не требующих специальных приборов и оборудования, школьники знакомятся с такими понятиями, как длина пещеры, ее глубина, средняя высота и ширина, площадь пола, объем полости, коэффициент пустотности Корбеля, коэффициент площадной закарстованности, морфометрические показатели пещеры, распределение и роза ходов, горный компас, прости-

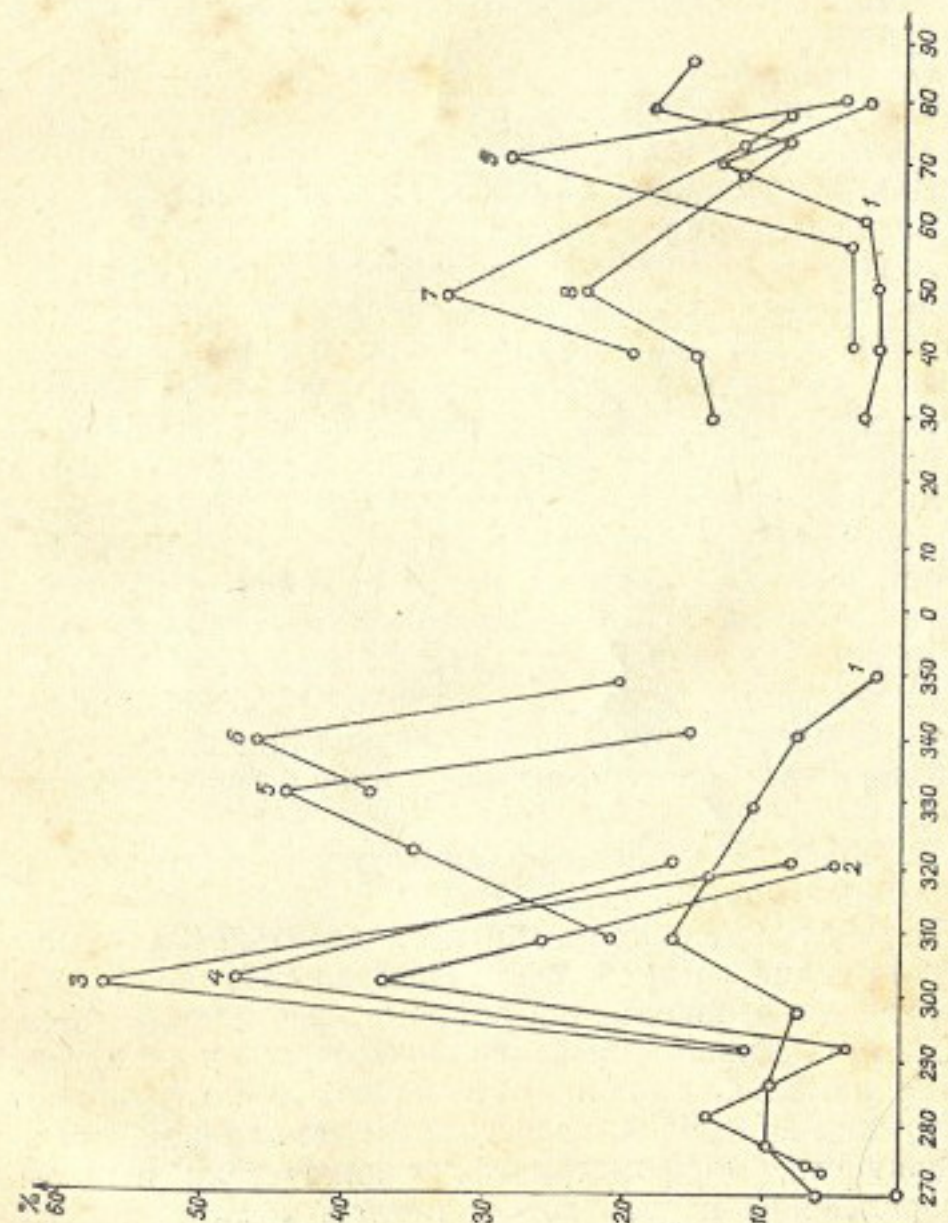


Рис. 2. Трещиноватость и простирание ходов пещеры Игнатия (по материалам съемок клуба юных спелеологов г. Коркино):
 1 — суммарное простирание ходов пещеры; 2 — простирание входной части; 3 — трещиноватость напластования большого осевого хода; 4 — трещиноватость напластования входной части; 5 — простирание большого осевого хода; 6 — тектоническая трещиноватость входной части (1 группа); 7 — тектоническая трещиноватость входной части (2 группа); 8 — тектоническая трещиноватость большого осевого хода; 9 — простирание тупиков.

рание, падение (угол падения), линия падения, элементы залегания пласта, тектоническая трещиноватость напластования.

4. Исследовательские работы школьников с применением приборов, инструментов, аппаратуры. Техническое нивелирование Кургазакского лога

Такие работы относятся к работам второго этапа. Являясь по своему характеру сложными и трудоемкими, они требуют специальной подготовки школьников и могут выполняться ими в период второго и третьего года занятий. Вместе с тем необходимо учесть, что подобные работы представляют развитие и логическое продолжение того опыта, который на первом этапе приобретает школьник.

К числу первых работ, возможных для постановки, следует отнести те, которые связаны с нивелированием карстовых объектов. Базой, фундаментом в данном случае послужит опыт, приобретенный учащимися при проведении глазомерных и полунструментальных съемок на поверхности и под землей. Кроме этого школьные учебные программы предусматривают в числе факультативных курсов, рекомендованных для изучения старшеклассниками, курс «Основы геодезии, топографии и картографии». Помимо теоретического цикла, он включает практику обращения с основными геодезическими инструментами, в том числе и с нивелиром.

Подготовительный этап работы — знакомство с нивелиром и методами технического нивелирования, практика на учебных объектах, школьной площадке или за городом. Рассматриваются вопросы: нивелирование, способы геометрического нивелирования; нивелиры и их поверка; нивелирные рейки; общая организация нивелирных работ; полевые работы при техническом нивелировании (разбивка пикетажа); продольное нивелирование и нивелирование крутых склонов.

Интересным объектом для постановки работ, имея в виду техническое нивелирование, является Кургазакский лог. Нивелирование здесь можно провести для того, чтобы установить превышение элементов основ-

ных карстовых объектов: пещеры Кургазак, шахты 30 и 47 относительно зеркала реки Ай и на основе измерений получить ответы на вопросы, касающиеся относительного взаимного расположения данных объектов по вертикали и перспективности их дальнейшего изучения. Последнее касается перспективности поиска ходов, ведущих в более глубокие горизонты пещер и шахт.

В клубе юных спелеологов г. Коркино для этого использовались нивелиры НС2М и две рейки. По оси лога (линия водотока) была разбита сеть станций наблюдения. Нулевая станция находилась на уровне водного зеркала реки Ай (поверхность льда). До выезда в район работ все участники прошли практику обращения с нивелиром, поэтому в Кургазакском логе они выполняли лишь измерения.

Сначала производилась нивелировка оси лога (линия водотока) и был построен продольный профиль в масштабе 1:250. После этого с помощью буссоли (гонометр ГР) от каждого из карстовых объектов положили маршрут в направлении запад — восток. Таким образом, на линии водотока удалось получить три отметки и «привязать» их к сети станций наблюдения.

От трех пикетов, относящихся к пещере Кургазак, шахтам 30 и 47 и расположенных на линии водотока в Кургазакском логе, осуществлялось нивелирование в прямом и обратном направлении по маршрутам: для пещеры Кургазак и шахты 47 — на восток, для шахты 30 — на запад. Использовался метод двух реек. Отсчеты выполнялись по существующей методике, данные их записывались в журнал нивелирования трассы стандартного образца. Журнал был получен в геодезической организации.

Результаты измерений позволили установить, что самая глубокая часть карстовых объектов Кургазакского лога отстоит от зеркала реки Ай: пещера Кургазакская на 8 м, шахта 30 — на 49 м, шахта 47 — на 42,5 м.

Таким образом, наиболее перспективной в смысле поиска продолжения и, следовательно, наименее изученной является шахта 30. Направлением поиска продолжения пещеры должна служить вертикальная труба в северной части шахты, заваленная крупными кам-

нями. Разборка трубы силами небольшой группы учащихся вполне доступна при условии использования для этого разборной ручной лебедки.

Определенные перспективы поиска продолжения существуют и на шахте 47, но на дне ее имеется мощная ледовая пробка, препятствующая поисковым работам.

Поиски в пещере Кургазакской малоперспективны. Скважина, пробуренная несколько лет назад у входа в пещеру, нарушила ее естественный водный режим. Источник, выходящий из-под пещеры, был заглушен, а именно он и способствовал ее развитию, активному вымыванию ее материала.

В заключение отметим, что в процессе подготовки к работе по техническому нивелированию учащиеся знакомятся со следующими понятиями: уровенная поверхность, высота, альтитуда, отметка, превышение; нивелирование; методы нивелирования; нивелир; нивелирная линейка; пикетная точка, станция.

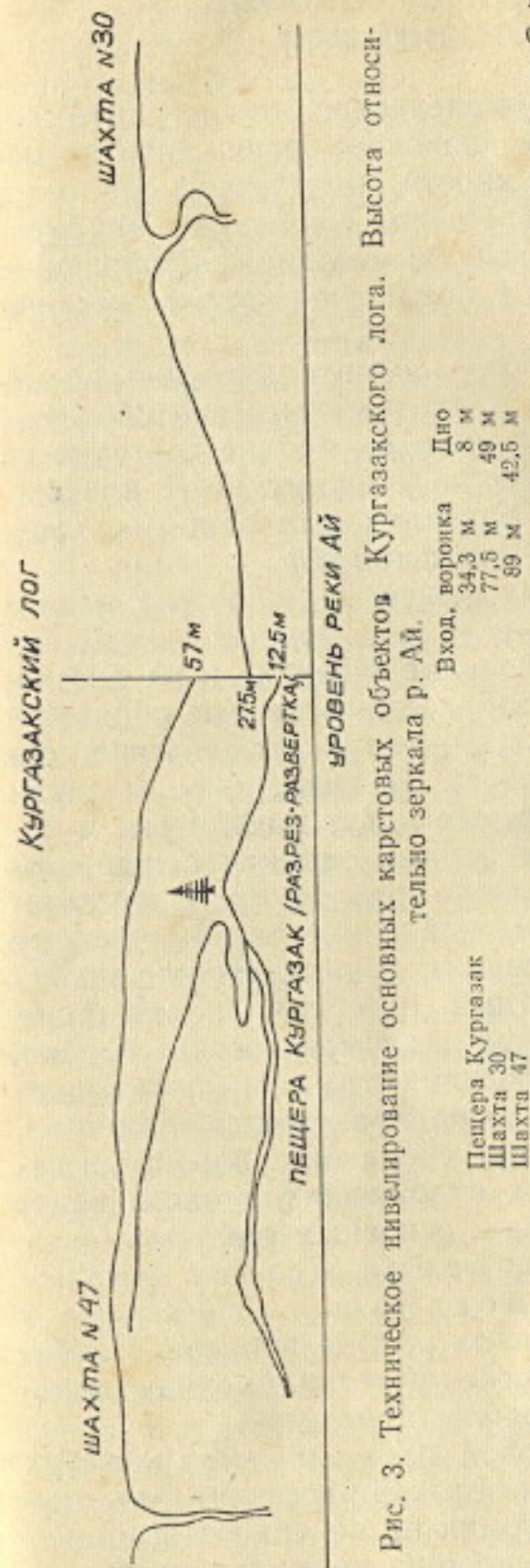


Рис. 3. Техническое нивелирование основных карстовых объектов Кургазакского лога. Высота относительно зеркала р. Ай.

5. Радиометрическое опробование донных отложений пещер

Использование юными спелеологами доступной геофизической аппаратуры позволяет расширить их исследовательские возможности, поисковый кругозор, прививать им навыки обращения с полевыми приборами, необходимыми при выборе методики опробования, выполнении замеров, при обработке полученных результатов.

Один из таких приборов — сцинтилляционный поисковый радиометр СРП-2. Его имеют многие школьные кабинеты. Обращение с прибором вполне доступно не только старшеклассникам, но учащимся 7—8 классов. Несложной является и фиксация измерений — в съемочном журнале всего несколько граф.

В подземных полостях пещер, как известно, накапливаются донные рыхлые и обломочные отложения. Кроме того, на стенах, потолке (сводах) и на дне нередко встречаются разнообразные натечные образования. Все это в совокупности — результат действия подземных вод и силы тяжести. Подземные воды насыщены солями, среди которых могут находиться и радиоактивные. Поэтому в донных осадках пещер возможна концентрация солевых ореолов, причиной которой могут быть и органические отложения. Вот почему исследование радиоактивности донных отложений пещер представляет известный интерес. Он тем более обоснован, что пешеходные радиометрические поиски, проводимые путем наблюдения гамма и суммарного гамма + бета излучения от радиоактивных элементов, содержащихся в исследуемых коренных породах и перекрывающих их рыхлых отложениях, геологи ведут повсеместно как сопутные к основным работам.

Условия использования метода радиометрического опробования:

— хорошая обнаженность района поисков. Наиболее благоприятными являются участки, имеющие сильно расчлененную и врезанную гидросеть;

— наличие на поисковой площади механических или солевых ореолов, или потоков рассеяния радиоактивных элементов, выходящих на поверхность;

— малая величина колебания нормального поля и

радиоактивности пород в районе поисков. Чем меньше колебания этого поля, тем лучше выявляются аномалии, малые по величине;

Основные элементы радиометрических поисков:

— непрерывное прослушивание на телефоне радиометра высоты звука в связи с изменением радиоактивности пород по всему исследуемому маршруту для выяснения участков с аномальной радиоактивностью;

— отсчеты по индикатору радиометра для получения количественной оценки радиоактивности пород на всех геологических точках наблюдения. Отсчеты радиоактивности, кроме того, проводятся в пунктах с аномальной радиоактивностью, выявленной при непрерывном прослушивании;

— при непрерывном прослушивании гильза (датчик) радиометра перемещается параллельно земной поверхности на высоте не более 10 см. Чтобы увеличить ширину полосы охвата площади непрерывным прослушиванием, гильза перемещается Z-образным ходом, т. е. не только вперед, но и в направлении, перпендикулярном направлению движения;

— методика радиометрического обследования площади должна строиться так, чтобы независимо от принятой сети наблюдений, наиболее тщательно, путем сплошного прослушивания изучались зоны разломов и трещин, гидротермально измененных и минерализованных пород, контактные зоны, морские, лагунные и речные отложения, обогащенные фосфором и растительными осадками;

— при выполнении радиометрических наблюдений каждая аномалия, если такая встретилась, должна подвергнуться более детальному обследованию — это позволит уточнить контуры перспективного участка;

— в случае площадного опробования разбивка сети осуществляется методом перпендикуляров (магистраль — профили съемочные). Причем расстояние между профилями в 2—5 раз превышает расстояние между точками наблюдения на профилях.

Для подготовки учащихся к выполнению исследовательской работы до выхода в поле может быть рекомендована короткая программа: уран и его свойства, минералы урана; в каких условиях ищут урановые ру-

ды; приборы для поисков урана; устройство и физические основы полевого радиометра СРП-2; методика радиометрического опробования и обработки его результатов; элементы техники безопасности при работе с прибором; задачи радиометрического опробования пещеры Игнатия (учебный или исследовательский объект).

В качестве примера рассмотрим материалы Коркинского клуба юных спелеологов по радиометрической ревизии пещеры Игнатия. Такая ревизия, которая проводилась в относительно сухое время (ноябрь 1974 г.), была выполнена на основе плана пещеры в масштабе 1:250. Сеть точек наблюдения выбиралась согласно нумерации пикетов. Это значительно облегчило обработку данных, полученных при камеральных работах.

Результаты наблюдений были наглядно соотнесены с вертикальным разрезом-разверткой и представлены в виде графиков интенсивности. При этом по эталонировочной кривой радиометра показания в делениях шкалы были заранее переведены в микрорентген/час. Для работы использовался радиометр СРП-2 в диапазоне «50», режим «быстро». Помимо прямых замеров тем же прибором, но другим оператором выполнялись и контрольные замеры, которые составляли примерно 4 процента от всех физических точек. Точность измерений примерно ± 1 деление шкалы.

Выводы

1. Нормальный фон известняков составляет 10 делений шкалы.
2. Наибольшее значение радиоактивности донных отложений в пещере Игнатия составляет 17 делений шкалы. Это зона активной водной деятельности и натечности (склеп Игнатия). Характерно, что здесь же обнаружена и фосфоресценция мокрых натеков при освещении их импульсной лампой.
3. В целом значение 17 делений не может быть принято за аномалию. Согласно инструкции по проведению пешеходных радиометрических поисков за аномалию принимается значение радиоактивности, превышающее величину колебаний натурального фона в 2—3 раза.

При подготовке к работе и проведении наблюдений, а также в процессе обработки результатов используются такие понятия: радиометр; радиоактивность; γ -излучение; β -излучение; α -излучение; радиометр сцинтилляционный; радиоактивность горных пород; радиометрическое опробование; метод изолиний, графиков; эталонировочный график; интенсивность излучения; микрорентген/час; ореол рассеяния; аномалия радиоактивности; рабочий эталон.

6. Электроразведка карстовых полостей

Использование методов поверхностной и подземной съемки не дает полного представления о перспективности поисков подземных полостей и о развитии глубинного карста. Эффективным может быть применение геофизических методов, в частности электроразведка. Рассмотрим пример использования электроразведочной аппаратуры, которая является вполне доступной старшеклассникам, при исследовании пещеры Казачий стан юными спелеологами г. Коркино.

Подготовительный период. На основании рекомендаций областной комиссии по геологическим походам школьников и по согласованию с руководством Кабанского геологосъемочного отряда будущие участники электроразведочных работ проходили практику в составе ГСО. Под руководством старшего геофизика П. Е. Бушманова в течение двух недель они изучали электроразведочную установку ИКС-1 (измеритель кажущегося сопротивления) и работали с ней по производственному плану отряда. Установка состоит из низкочастотного генератора переменного тока мощностью 1 Вт, на выходе которого имеются две катушки с проводами длиной до 500 м. Концы проводов снабжены металлическими электродами. Через электроды, разномы которых составляют последовательно 1,2 м, 2 м, 3,5 м, 6 м, 10 м, 18 м, 30 м, 52 м, 90 м, 160 м, 280 м, 500 м, в землю поступает напряжение, благодаря чему возникает ток. Величина его зависит от сопротивления горных пород на участке измерений.

Школьники познакомились с техникой безопасности, научились развешивать установку, выполнять измерения при разносах электродов до 500 м, вычислять

значения кажущихся сопротивлений, строить графики вертикального электроразведки (ВОЗ) в логарифмическом масштабе, устранять простейшие неисправности приборов, катушек, электродов. После этого на нескольких производственных физических точках были сделаны самостоятельные контрольные измерения и расчеты. Оказалось, что ребята успешно усвоили навыки обращения с установкой, овладели приемами измерения и методами обработки полученных данных.

В дни, когда установка ИКС-1 была свободна, юные спелеологи выезжали в район карстового лога Казачий стан и проводили там исследования по своему плану.

Съемочные работы. Выполнялись полунструментальным способом с использованием гониометра ГР, горного компаса и системы уровней и отвесов.

Первоначально был выполнен план поверхностной съемки карстовых воронок и микрорельефа обнажений, закарстованных щелей, сквозных ходов, отдельных камней и т. д. в масштабе 1:100. Затем съемке подвергалась подземная часть пещеры в том же масштабе с деталями подземного микрорельефа и донных отложений (глина, лед, осыпи, глыбовые завалы и т. д.). При совмещении планов, исполненных на кальке, невязки оказались в пределах допустимых погрешностей измерений и составили в контрольных точках 0,5—0,75 м.

Далее производилось нивелирование потока пещеры и уровня придонных отложений, благодаря чему удалось построить несколько вертикальных разрезов. Для графического отображения материалов электроразведки был выбран разрез пещеры в широтном направлении. В отличие от традиционных вертикальных разрезов-разверток он представлял проекцию пещеры на вертикальную плоскость, ориентированную по направлению 270—90°. Как и план воронок и план подземной части, он был выполнен в масштабе 1:100 по вертикали и горизонтали.

Съемочный материал позволил с высокой степенью точности определить положение и направление геофизического профиля, а также целесообразные интервалы физических точек вертикального электроразведки. Профиль задали так, чтобы он точно проходил над заранее известной пустотой полости восточной воронки.

Ее размеры по сечению профиля в пределах 2—4,5 м в высоту и 12—14 м в ширину. Располагалась воронка на глубине 12 м от поверхности, в придонной части имелись глинистые отложения и лед.

Геофизические измерения. Проводились на установке ИКС-1. Результаты оформлялись в специальном геофизическом журнале. Для каждой точки по значениям кажущегося сопротивления строились кривые в логарифмическом масштабе. Контроль за качеством работы осуществлялся по так называемым «перекрытиям» в области глубины 30 и 52 м. Большую помощь школьникам в расшифровке кривых оказали специалисты отряда.

Качество измерений обеспечивалось тем, что они проводились во время устойчивой сухой погоды с помощью хорошо отлаженной установки. Немаловажную роль имело и то, что ребята успешно овладели навыками обращения с ней. Ошибки и неточности находились в пределах допустимых погрешностей. Для расчетов использовалась логарифмическая линейка.

Основная задача измерений состояла в том, чтобы, используя методы электроразведки, подтвердить наличие подземной полости на глубине 12 м и тем самым убедиться, что выполняемая работа эффективна. Кроме того, перед юными спелеологами ставились и другие задачи — открытие ранее неизвестных полостей пещеры Казачий стан и определение глубины развития под ней карста. Это, несомненно, представляло большой интерес, тем более что подобными работами не занимались даже карстоведы-специалисты.

Результаты. Заранее известная полость на глубине 12 м хорошо отобразилась в поле кажущихся сопротивлений в области пика сопротивлений на значениях 100 единиц. Подтверждено существование продолжения пещеры в области, фактически пока недоступной, на глубине 30 и 50 м. Это представляет известный исследовательский интерес. Применение школьниками метода электроразведки в данном районе позволяет использовать его для решения более широких задач.

При подготовке и проведении работы исследовательского характера школьники знакомятся со следующими понятиями: метод электроразведки; вертикаль-

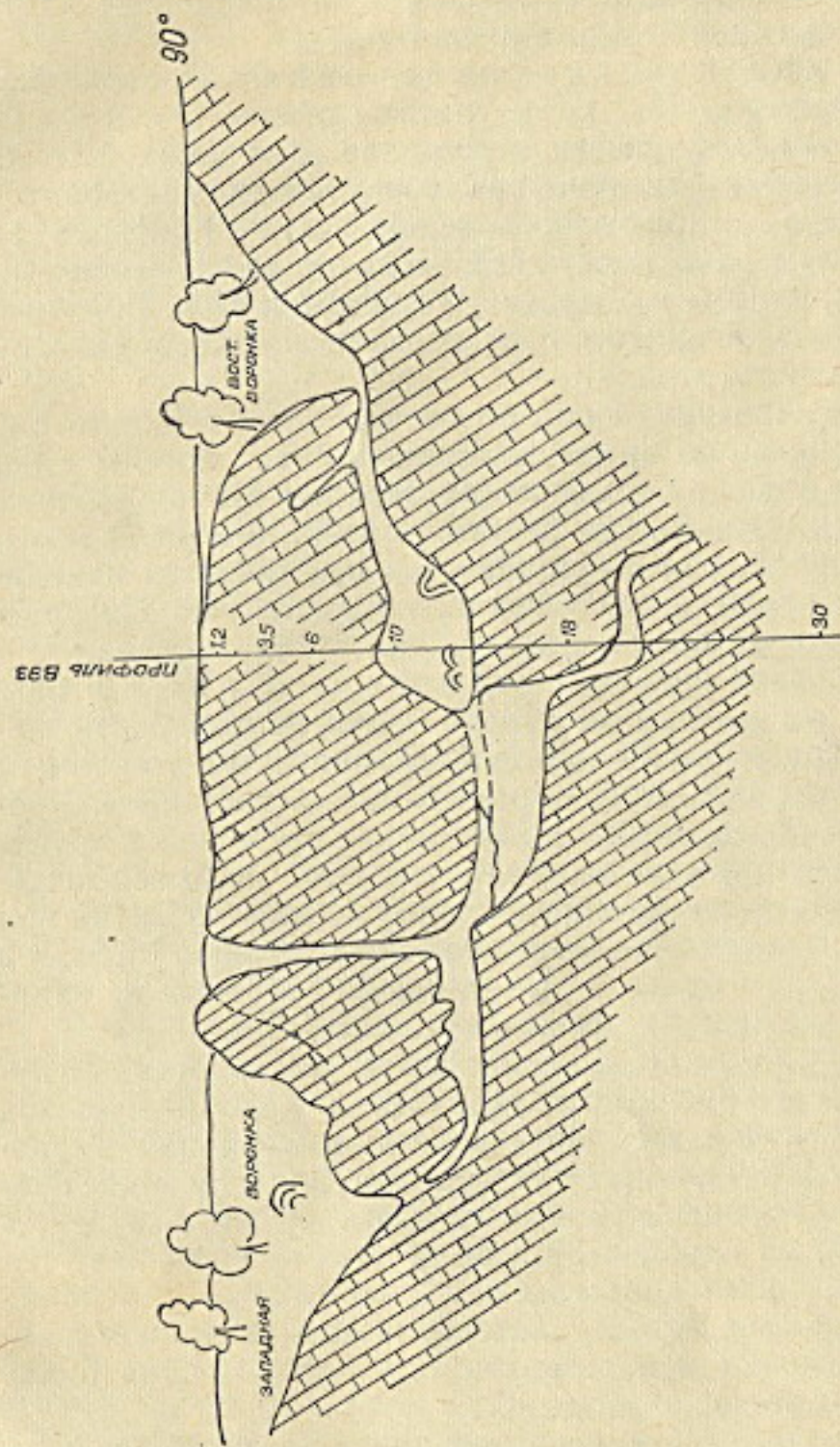


Рис. 4. Вертикальный разрез пещеры Казачий стан и профиль вертикального электрзондирования (ВЭЗ) на установке ИКС-1.

ное электрзондирование; измеритель кажущегося сопротивления; профиль геофизический; физическая точка, кажущееся сопротивление; поле кажущихся сопротивлений; изоомы; установка ИКС-1 (генератор, усилитель, счетное устройство, катушки, электроды); методы измерений, расчетов, интерпретации, контроля.

7. Исследовательские работы школьников, косвенно связанные с изучением пещер. Гидрологические наблюдения

Когда школьники имеют определенный опыт в области изучения горизонтальных и вертикальных пещер, нередко возникает необходимость начать знакомство с карстом в том или ином районе несколько с иных позиций. Частный пример в этом отношении — работы гидрологического характера. Методика гидрологических наблюдений является относительно простой и доступной даже школьникам среднего возраста, что при определенных условиях создает возможность для формирования у них исследовательского интереса.

С точки зрения гидрологии, интерес может представить изучение исчезающей реки Сим вблизи пещеры Игнатия. Этот вопрос давно привлекает внимание спелеологов, в том числе и юных. Летом 1975 г., например, здесь работала специальная экспедиция, организованная областным спелеологическим клубом «Плутон».

В районе, о котором идет речь, вода уходит под землю полностью. Поиски выхода реки приводят к источникам, вырывающимся из-под скалы ниже по течению. Четыре из них дают дополнительный рукав, сравнимый с р. Сим. Это наводит на мысль о том, что источники и есть место выхода исчезающей воды на поверхность. Причем у всех наблюдателей создается впечатление, что воды Сима «уходят» под скалу. И действительно, под ней можно видеть отверстия, поглощающие, по крайней мере, часть воды. Задача гидрометрических наблюдений сводится к тому, чтобы измерить расход такой воды и воды, выходящей из источников, а затем сравнить полученные результаты. Дело в том, что под скалу воды уходит гораздо меньше, чем изливается в источниках.

План работы:

— глазомерная или полуинструментальная съемка участка реки Сим в районе проводимых работ от того места, где воды уходят под скалу до источников. Рекомендуемый масштаб 1:5000. Он помещается на листке тетради. Съемка занимает около четырех часов;

— наметить участки для измерений в каждом из источников и их суммарный расход (дебит); расход воды до обнажения скважины и после него, определив тем самым количество воды, уходящей под скалу; в зависимости от результатов наблюдений и поставленных вопросов наметить дополнительные точки для наблюдений; отработать методику проведения измерений на участке у пещеры Игнатия, выполнив здесь пробные замеры и подсчеты;

— начать измерения, позволяющие сопоставить расход воды, уходящей под скалу и выходящей в виде источников.

Методика исследований. Расход воды — основная гидрологическая характеристика реки. Если расход велик, его измеряют путем определения скорости течения и площади поперечного («живого») сечения. Умножив площадь такого сечения (кв. м) на скорость течения (м/с), получают расход воды (м³/с). Это так называемый «фиктивный расход». Чтобы иметь точное представление о действительном расходе воды, данный показатель умножается на поправочные коэффициенты, значения которых приводятся в специальных таблицах.

Для измерения площади «живого» сечения, вычисляемой по отдельным площадкам, находящимся между смежными промерами глубин (промеренными вертикалями), существует несколько методов. Один из них заключается в том, что на середине выбранного участка поперек реки натягивается размеченный шнур, вдоль которого через каждые 1—2 м измеряется глубина. В условиях Сима измерения выполняются специально размеченной рейкой.

Скорость течения в условиях Сима определяется с помощью поплавков. Вдоль одного из берегов отмеряется расстояние, равное примерно трех-, пятикратной ширине реки. На середине отмеренной линии, на кон-

цах которой наблюдатели становятся лицом к реке, должен находиться профиль «живого» сечения. Линия, соединяющая глаз наблюдателя с противоположным берегом и пересекающая реку под прямым углом, называется створом. У верхнего по течению конца отмеренной линии будет верхний створ, у нижнего — нижний.

Поплавок забрасывается в воду на 3—5 м выше верхнего створа с таким расчетом, чтобы в момент прохода поплавок через верхний створ он уже принял скорость течения реки. Моменты прохождения поплавок через верхний и нижний створы фиксируются по секундомеру.

Зная расстояние между верхним и нижним створом и время прохождения поплавок данного участка, можно легко вычислить скорость движения поплавок, а следовательно, и скорость поверхностной части вод реки. Ввод поправочных коэффициентов позволит узнать среднюю скорость течения реки на данном участке.

Расход воды вычисляется путем умножения площади «живого» сечения на скорость течения реки и на некоторый коэффициент, меньший единицы. Он находится в пределах 0,8—0,65.

Для подсчета дебита источника используется другая методика. Но вполне достоверные результаты могут быть получены и за счет применения так называемого поплавоквого метода в рукавах источников. Они выражены отчетливо и, несмотря на мощные заросли, доступны для измерений.

Результаты. Суммарный расход воды в источниках составляет 2,472 м³/с; расход воды, уходящей под скалу, — 0,33 м³/с; излишек вытекающей воды — 2,142 м³/с (причина данного явления неясна).

Ответ на вопрос, чем объясняется наличие излишка вытекающей воды, может послужить основанием для проведения школьниками исследовательских работ, например таких, как гидрохимическое опробование воды, уходящей под скалу, и вод, вытекающих из источников, сравнение их солевого состава; изучение тектонической трещиноватости и трещиноватости напластования на участках ухода реки под скалу и выхода ее в источниках, использование для этого материалов

о трещиноватости блока известняков, в которых заложена пещера Игнатия, сопоставление направления предполагаемого водотока и преимущественного направления трещиноватости; окрашивание воды, уходящей под скалу, флуоресцеинном или другой, применяемой для этой цели, краской.

В заключение заметим, что подземную часть русла и галереи, заполненные водой, обнаружили юные спелеологи г. Коркино осенью 1974 г. В этот засушливый год река очень обмелела. Летом 1975 г. члены экспедиции клуба «Плутон» открыли новую пещеру, названную Исюмской, которая фактически явилась подземным руслом реки Сим. Однако разность расхода воды, уходящей под скалу и вытекающей в виде источников, так и осталась неразгаданной.

При проведении работ в области гидрометрии школьники знакомятся с новыми для себя понятиями, такими, как расход воды, площадь «живого» сечения, скорость течения реки, створ, метод поплавков, дебит источника, понор.

8. Гидрохимические наблюдения

Работы исследовательского характера на основе гидрохимического опробования осуществимы в школьных химических лабораториях. Для этого каждая из них имеет минимум необходимого оборудования, а именно: бюретки для титрования; дистиллированную воду; набор растворов для титрования; весы лабораторные; малую муфельную печь для прокаливания проб.

Поскольку методика химического анализа осваивается под руководством учителя химии, изучение карстовых вод путем исследования их солевого состава может составить целый раздел исследовательской работы школьников, а также привлечь к изучению гидрогеологии карста старшеклассников, интересующихся химией. Рассмотрим методику проведения работы, связанной с изучением карста и представляющей, на наш взгляд, интерес, так как она преследует получение конкретного результата.

Перед учащимися школ г. Коркино была поставлена задача — выяснить идентичность химического состава

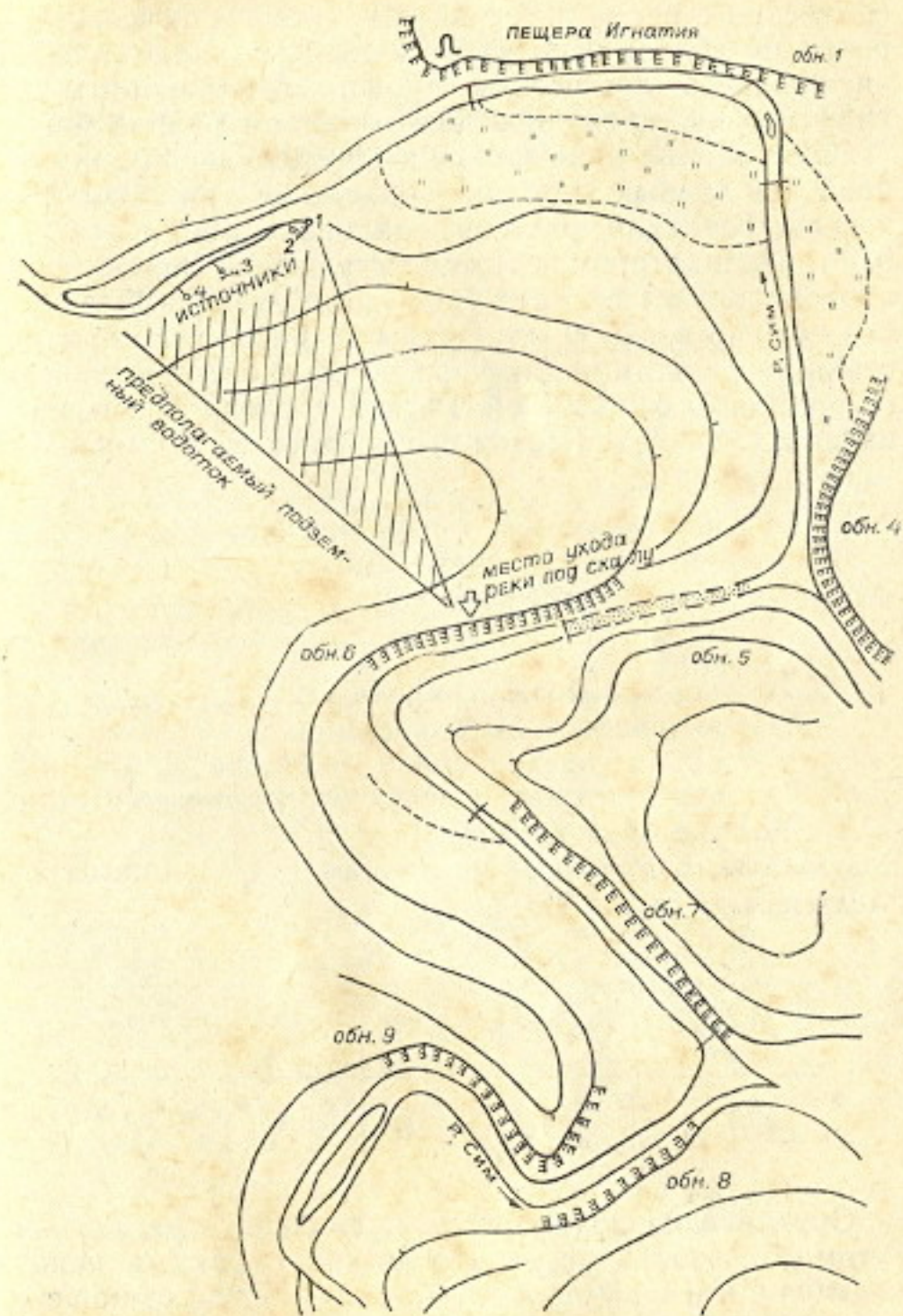


Рис. 5. Участок исчезающей реки Сим

ва воды, уходящей под скалу в одном из обнажений, в сравнении с водой источников на участке исчезающей реки Сим вблизи пещеры Игнатия. Решение этой задачи являлось логическим продолжением работы по гидрометрии, проводившейся в данном районе ранее.

Содержание иона кальция определялось одним из наиболее точных методов — объемным трилометрическим. Готовили раствор трилона Б (нормальность 0,05). Индикатором служил мурексид. Определение проводилось в щелочной среде. Для анализа был взят объем проб воды 50 мл. Пробы титровались в присутствии названного индикатора до перехода его окраски от розовой к фиолетовой. Расход трилона Б фиксировался по бюретке. Расход выполнялся по формулам в мг/л и мгэкв/л.

$$Ca^{2+} = \frac{V \cdot 0,05 \cdot 20 \cdot 1000}{50} \text{ мг/л;}$$

$$Ca^{2+} = \frac{V \cdot 0,05 \cdot 1000}{50} \text{ мгэкв/л,}$$

где 0,05 — нормальность трилона Б;

20 — эквивалент иона кальция;

V — объем расходуемого раствора трилона Б (двухнатриевая соль этилендиаминотетракусной кислоты).

Результаты, полученные по пробам (мг/л), оказались следующими (табл. 3).

Таблица 3

| Вода, уходящая под скалу | Источник 1 | Источник 2 | Источник 3 | Источник 4 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 28,00 | 22,00 | 22,00 | 22,00 | 22,00 |

Определение иона магния проводилось расчетным путем. Для этого вначале выяснялась сумма ионов кальция и магния (общая жесткость), затем из общего содержания этих ионов вычиталось содержание ионов кальция.

Общая жесткость воды также определялась трилометрическим методом, для чего использовался 0,05 нормальный раствор трилона Б в присутствии инди-

катора хромоген черного. Чтобы устранить действие посторонних ионов, в частности меди, определение проводилось в присутствии щелочного буферного раствора. Проба титровалась 0,05 нормальным раствором трилона Б до перехода розовой окраски в голубой тон через фиолетовый.

Содержание суммы ионов кальция и магния найдено в мгэкв/л. Полученные результаты были таковы — (табл. 4).

Таблица 4

| Вода, уходящая под скалу | Источник 1 | Источник 2 | Источник 3 | Источник 4 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 2,3 | 2,0 | 1,9 | 2,3 | 2,4 |

Содержание ионов магния определено как разность сумм ионов кальция и магния и ионов кальция в мгэкв/л. Полученные данные были переведены в мг/л. О содержании иона магния в пробах (мг/л) дает представление табл. 5.

Таблица 5

| Вода, уходящая под скалу | Источник 1 | Источник 2 | Источник 3 | Источник 4 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 10,98 | 10,98 | 9,76 | 14,64 | 15,86 |

Сумма щелочных металлов калия и натрия вычислялась косвенным путем как разность суммы мгэкв анионов и суммы мгэкв ионов кальция и магния. Учитывая, что содержание ионов калия в природных водах минимально, расчет произведен на ион натрия. Количество полученных мгэкв, принимая во внимание эквивалентность натрия, равную 23, пере-

Таблица 6

| Вода, уходящая под скалу | Источник 1 | Источник 2 | Источник 3 | Источник 4 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 62,10 | 96,60 | 254,84 | 174,11 | 174,11 |

ведено в мг/л. При этом, как свидетельствует табл. 6, были получены следующие результаты (мг/л).

Приведенные данные дают представление об обогащении проб воды в источниках ионами натрия по сравнению с содержанием их в пробе воды, уходящей под скалу.

Чтобы определить сульфаты, в перечисленных пробах использовался весовой метод, как более точный вид анализа, при значительных содержаниях компонента. Для анализа был взят достаточно большой объем воды, равный 200 мл. Сульфаты осаждались в виде сульфата бария с помощью хлорида бария в солянокислой среде. Полученный осадок кристаллизовался, затем отфильтровывался, промывался и прокаливался. Полученные массы осадков позволили сделать расчеты на сульфатионы:

$$\text{SO}_4^{2-} = \frac{d \cdot 0,4120 \cdot 48 \cdot 1000}{200} \text{ мг/л.}$$

Содержание сульфатов в пробах (мг/л) оказалось незначительным (табл. 7).

Таблица 7

| Вода, уходящая под скалу | Источник 1 | Источник 2 | Источник 3 | Источник 4 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 20,60 | 20,60 | 164,80 | 20,60 | 20,60 |

Содержание хлоридов в воде находилось объемным аргенометрическим методом. Для этого в объеме 50 мл воды они связывались 0,1 нормальным раствором азотнокислого серебра в присутствии в качестве индикатора хромовокислого калия. Наличие хлоридов в пробах воды, о чем свидетельствовали результаты анализа, весьма незначительно (табл. 8, данные в мг/л).

Таблица 8

| Вода, уходящая под скалу | Источник 1 | Источник 2 | Источник 3 | Источник 4 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 126,70 | 126,70 | 253,47 | 253,47 | 253,47 |

Полученные данные позволили сделать заключение: почти во всех источниках хлоридов, по сравнению с их содержанием в пробе воды, уходящей под скалу, стало вдвое больше.

Как показало определение карбонатов нитритов, они полностью отсутствуют. Это — показатель абсолютного бактериального благополучия источников.

Для определения бикарбонатов использовался объемный метод — титрование с помощью 0,1 нормального раствора соляной кислоты в присутствии индикатора-метилоранжа. Анализируемый объем воды составлял 50 мл. Результаты (мг/л) оказались следующими (табл. 9).

Таблица 9

| Вода, уходящая под скалу | Источник 1 | Источник 2 | Источник 3 | Источник 4 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 67,01 | 134,20 | 146,40 | 140,3 | 146,40 |

Из таблицы видно, что вода, выходящая в виде источников, почти вдвое больше в сравнении с водой, уходящей под скалу, насыщена бикарбонатами.

Анализ на общую жесткость позволил установить, что она не превышает 2,4 мгэкв/л. Временная жесткость незначительна, преобладает постоянная.

Выводы

Химический анализ проб воды четырех источников и проб воды реки Сим, уходящей под скалу в одном из районов обнажения, проведенный под руководством З. Г. Прокудиной учащимися Т. Кабановой, Г. Михайловой и О. Кабановой, показал, что вода характеризуется средней минерализацией, представлена в основном хлоридами и бикарбонатами щелочных и щелочноземельных металлов.

Полученные результаты дают основание сделать заключение о закономерном увеличении содержания ионов натрия, хлоридов и бикарбонатов в пробах воды источников по сравнению с их наличием в пробе воды реки Сим, уходящей под скалу.

При проведении работы были использованы сле-

дующие основные реактивы: соляная кислота, трилон Б, гидроксид натрия, серебро азотнокислое, метилоранж, барий хлористый, фенолфталеин, хромоген черный, мурексид, роданистый калий, дистиллированная вода. Основное оборудование составляли набор индикаторной бумаги, весы, бюретки объемом 25 мл, колбы конические (объем 250 мл), стаканы химические, воронки и фильтры, муфельная печь.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПЛАН РАБОТЫ КРУЖКА ЮНЫХ СПЕЛЕОЛОГОВ г. КОРКИНО ПЕРВОГО, ВТОРОГО И ТРЕТЬЕГО ГОДА ЗАНЯТИИ

Первый год занятий. Охватывает 144 ч (36 учебных недель) плюс 32 дня практических занятий в условиях спелеопохода или спелеоэкспедиции.

Задачи: организация и формирование коллектива юных спелеологов; знакомство с тремя карстовыми районами Челябинской области на р. Сухарыш, Ай, Сим; овладение навыками проведения съемок горизонтальных пещер.

Сентябрь — октябрь

Начало работы. Основы полевого быта — основные понятия. Практика передвижения по азимуту. Простейшие съемки. Ночевки в полевых условиях. Зачетный воскресный выход. Разработка и подготовка первой полевой практики.

Ноябрь

(школьные каникулы 4—9 ноября)

Полевая практика: «Первое знакомство с карстовым районом р. Увелька — Сухарыш. Понятие о поверхностных и подземных съемках. Практика простых съемок и фиксации материала наблюдений в походе» — 5 дней.

Ноябрь — декабрь

Отчет о походе. Лыжная подготовка. Оборудование большой зимней палатки разборной печью. Ночевка в зимней палатке. Практика съемок зимой. Сбор материала о районе зимней полевой практики, разработка и подготовка такой практики.

Январь

(школьные каникулы 1—10 января)

Полевая практика: «Первое знакомство с карстовым районом реки Сим на примере пещеры Игнатия. Съемка горизонтальной пещеры — план, поперечные сечения, вертикальный разрез-развертка. Поверхностная съемка р. Сим (участок исчезающей реки) с «привязкой» крупных обнажений и основных карстовых объектов».

Январь — февраль — март

Отчет по материалам практики. Оформление отчета и графических материалов. Доклад на заседании кружка.

Теоретический материал, относящийся к описанию пещер и элементарным сведениям о карстообразовании.

Разработка программы весенней полевой практики и подготовка к практике.

Март

(школьные каникулы 24—31 марта)

Полевая практика: «Первое знакомство с карстовым районом реки Ай на примере Кургазакской пещеры. Съемка горизонтальной пещеры Кургазак, ее описание и микрорельеф. Глазо-

мерная съемка Кургазакского лога с «привязкой» основных карстовых объектов: пещер и двух шахт. Первое знакомство с характером расположения пещер вертикального типа (шахт) без спуска в них» — 5 дней.

Апрель — май

Составление отчета по материалам весенней полевой практики, оформление ее данных.

Прием теоретических зачетов и отбор кандидатов в летнюю экспедицию. Разработка и подготовка экспедиции. Изготовление самодельного снаряжения — комбинезонов, фонарей, средств обеспечения безопасности.

Июнь

(15—30 июня, школьные каникулы)

Экспедиция: «Карстовый район р. Увелька — Сухарыш. Съёмки горизонтальных пещер в карстовых логах Жемеряк, Казачий стан, Притон. «Привязка» карстовых логов к системе р. Увелька — Сухарыш в масштабе 1:25 000» — 14 дней.

Июль

Работа над отчетом (черновик) по материалам летней экспедиции. Участие, по согласованию с геологоразведочной организацией, в составе геологосъемочного отряда или выполнение целевого задания.

Август

Отдых.

Второй год занятий. Охватывает 216 ч (36 учебных недель) плюс 32 дня практических занятий в условиях спелеопохода и экспедиции.

Задачи: продолжение формирования и развития коллектива юных спелеологов; работы в карстовых районах р. Сухарыш, Ай, Сим; овладение навыками съемки несложных вертикальных пещер на примере Кургазакской шахты (шахта 30); геологические наблюдения в пещерах горизонтального типа и постановка первых исследовательских работ в рамках школьного НОУ; начало специальной спортивной спелеоподготовки; укрепление связей с геологическими организациями, областным НОУ, областной спелеосекцией взрослых, областным отделением Всесоюзного географического общества; приобретение навыков работы с геофизическими приборами и геодезическими инструментами (понятие о работе).

Сентябрь — октябрь

Составление отчета по материалам летней экспедиции и его оформление; изготовление и приобретение средств обеспечения безопасности: лестниц, шлемов, страховочных поясов, веревки, карабинов, тросовой лебедки; изучение теоретического материала, относящегося к методике проведения геологических наблюдений в пещерах; знакомство с навыками полуинструментальной съемки и нивелировки; разработка программы осенней полевой практики и подготовка к ее осуществлению.

Ноябрь

(школьные каникулы 4—9 ноября)

Полевая практика: «Геологические наблюдения и описание горизонтальной пещеры Кургазак. Первое знакомство с пещерой вертикального типа и понятие об ее съемке на примере шахты 30. Понятие о нивелировке Кургазакского лога полуинструментальным методом или с помощью нивелира относительно зеркала реки Ай» — 5 дней.

Ноябрь — декабрь

Подготовка отчета и его защита. Разработка программы зимней полевой практики. Теоретический материал, относящийся к работе с геодезическими инструментами и геофизической аппаратурой.

Январь

(школьные каникулы 1—10 января)

Полевая практика: «Карстовый район реки Сим. Геологические наблюдения и описание пещеры Игнатия. Наблюдения на участке исчезающей реки. Первое знакомство с пещерами д. Серпиевки». Контрольная работа: самостоятельная съемка горизонтальных пещер д. Серпиевки — 8 дней.

Январь — февраль — март

Работа над отчетом по материалам зимней полевой практики. Защита отчета по самостоятельной съемке горизонтальных пещер д. Серпиевки.

Теоретический материал (продолжение) об основах обращения с геодезическими инструментами и геофизическими приборами. Подготовка докладов к конференции областного НОУ.

Разработка и подготовка весенней полевой практики. Спортивная спелеоподготовка.

Март

(школьные каникулы 24—31 марта)

Полевая практика: «Карстовый район р. Увелька — Сухарыш. Геологические наблюдения в районе карстовых логов Жемеряк, Казачий стан. Наблюдения за карстовыми воронками в период снеготаяния. Практика работы с геодезическими приборами» — 5 дней.

Апрель — май

Работа над отчетом. Подготовка доклада и выступление на областной конференции НОУ. Спортивная спелеоподготовка. Соревнования по спортивной технике. Разработка и подготовка летней экспедиции. Зачеты. Отбор кандидатов в экспедицию.

Июнь

(школьные каникулы 15—30 июня)

Экспедиция: «Карстовый район р. Сим. Продолжение геологических наблюдений в районе пещеры Игнатия и на участке исчезающей реки. Работа с геофизическими приборами — радиометрическое обследование отложений в пещере Игнатия. Археологические наблюдения. Поиск новых пещер и шахт. Разведка» — 14 дней.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Старцев В. С. По Южному Уралу и зауральским равнинам. Челябинское кн. изд-во, 1947.
- Дубовик В. Н. Карстовые шахты и колодцы Челябинской области.— В кн.: Пещеры, вып. 6 (7). Пермь, 1966.
- Дубовик В. Н. Районирование карста Челябинской области.— В кн.: Вопросы карстоведения. Пермь, 1969.
- Дубовик В. Н. Пещеры — уникальные памятники природы.— В кн.: Край родной. Челябинск, ЮУКИ, 1967.
- Дубовик В. Н. Охрана пещер.— В кн.: Вопросы охраны природы Челябинской области, 1975.
- Сысоев А. Д. Очерки географии Челябинской области. Карст на территории Челябинской области. Челябинское кн. изд-во, 1959.
- Максимов В. Л. Симский карст, Челябинск, ЮУКИ, 1966.
- Накоскин В. И. По пещерам Челябинской области. Челябинск, ЮУКИ, 1971.
- Лобанов Ю. Е. Пещеры Урала, М., «ФиС», 1971.
- Дубовик В. Н. По долине реки Сим.— В кн.: Тематические экспедиции и походы со школьниками. Челябинск, ЮУКИ, 1973.
- Дубовик В. Н. Ашинский карстовый район как объект для школьных исследований.— В кн.: Материалы конференции по школьному краеведению. Раздел 2. Челябинск, ЮУКИ, 1972.
- Кустов Л. М. Организация и проведение экспедиции юных спелеологов.— В кн.: Тематические походы и экспедиции со школьниками. Челябинск, ЮУКИ, 1973.
- Кустов Л. М. Юные искатели. Опыт работы с юными геологами. М., «Недра», 1964.
- Александров К. Д. Работа юношеских поисковых партий. Челябинск, ЮУКИ, 1966.
- Кустов Л. М. Творческий поиск как элемент воспитания.— В кн.: Идут по земле искатели. Челябинск, ЮУКИ, 1972.
- Танасейчук В. Н. Под землей с фотоаппаратом. М., «Детская литература», 1974.
- Илюхин В. В., Дублянский В. Н. Путешествия под землей. М., «ФиС», 1968.
- Музафаров В. Г. Основы геологии. Учебное пособие для учащихся по факультативному курсу. М., «Просвещение», 1972.
- Андреев Н. В. Основы топографии и картографии. Пособие школьников по факультативному курсу. М., «Просвещение», 1972.
- Соколова Н. И., Голубкин В. М., Голубева З. С. Основы геодезии. (Для учащихся сельских ПТУ.) М., «Высшая школа», 1972.
- Туризм и краеведение. (Программы для внешкольных учреждений и общеобразовательных школ.) Юные спелеологи, с. 70—950. М., «Просвещение», 1976.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| I. Организация, проведение экспедиций и походов с юными спелеологами | 5 |
| 1. Спелеообъекты Челябинской области | 5 |
| 2. Безопасность при проведении школьных спелеопроходов и экспедиций | 8 |
| 3. Организация поисковых работ | 10 |
| 4. Некоторые сведения о пещерных районах, используемых для проведения учебной полевой практики | 15 |
| II. Методика подготовки юных спелеологов для работы в условиях полевых практик спелеопроходов и экспедиций | 21 |
| 1. Методика подготовки к работе с простейшими съемочными приборами | 22 |
| 2. Оборудование для съемочных работ | 27 |
| III. Постановка работ исследовательского характера | 45 |
| 1. Исследовательские работы первого этапа. Определение размеров карстовых полостей | 46 |
| 2. Исследовательские работы первого этапа. Распределение ходов пещеры по направлению: роза ходов и график | 50 |
| 3. Исследовательские работы первого этапа. Изучение трещиноватости | 51 |
| 4. Исследовательские работы школьников с применением приборов, инструментов, аппаратуры. Техническое нивелирование Кургазакского лога | 57 |
| 5. Радиометрическое опробование донных отложений пещер | 60 |
| 6. Электроразведка карстовых полостей | 63 |
| 7. Исследовательские работы школьников, косвенно связанные с изучением пещер. Гидрологические наблюдения | 67 |
| 8. Гидрохимические наблюдения | 70 |
| Перспективный план работы кружка юных спелеологов г. Коркино первого, второго и третьего года занятий | 77 |
| Рекомендуемая литература | 82 |

Леонид Маркелович Кустов

СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОХОДЫ
И ЭКСПЕДИЦИИ
СО ШКОЛЬНИКАМИ

Редактор
Г. О. Абрамович

Художник
В. М. Федоров

Худож. редактор
Н. А. Кудричев

Техн. редактор
Т. В. Плотникова

Корректоры
А. И. Адрианова, В. И. Мельник
ИБ 342

Сдано в набор 28.03.77 г.

Подписано к печати 30.07.77 г.
ФБ26249.

Формат бумаги 84×108/32 —
2,625 физ. п. л., 4,41 усл. п. л.,
4,26 уч.-изд. л.

Тираж 3000 экз.
Бумага № 3.

Южно-Уральское книжное издательство,
г. Челябинск, пл. Революции, 2.

Областная типография
Челяб. обл. управления издательств,
полиграфии и книжной торговли,
г. Челябинск, ул. Творческая, 127.

Заказ № 1779.
Цена 13 коп.

13 к.

ЮЖНО-
УРАЛЬСКОЕ
КНИЖНОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО

●
ЧЕЛЯБИНСК
1977