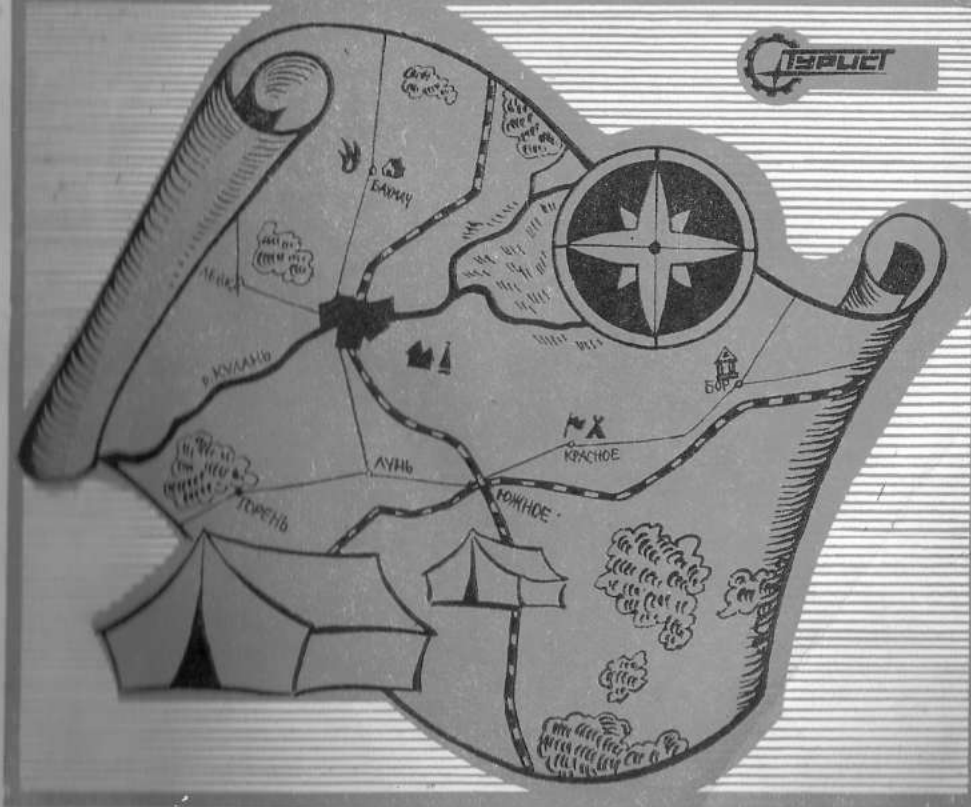


Бесплатно

ВЦСПС
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СОВЕТ ПО ТУРИЗМУ И ЭКСКУРСИЯМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ СПЕЛЕОПУТЕШЕСТВИЙ



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СОВЕТ ПО ТУРИЗМУ И ЭКСКУРСИЯМ
Управление самостоятельного туризма

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ
СПЕЛЕОПУТЕШЕСТВИЙ



Центральное рекламное информационное бюро «Турист»

Москва — 1982

Одобрено Управлением самостоятельного туризма Центрального совета по туризму и экскурсиям и рекомендовано для работников советов по туризму и экскурсиям, советов ДСО, туристских клубов и туристских секций коллективов физической культуры.

Спелеотуристы исследуют глубокие и сложные высокогорные полости, для которых характерны низкие температуры воды и воздуха, паводки и пр. Учитывая большой объем проводимой в данных условиях работы, необходимо тщательно готовиться к проведению спелеопутешествия, обеспечивая его безопасность, выбрав оптимальную тактическую схему.

В данной работе рассматриваются требования, предъявляемые к участникам спелеопутешествия, и документация, необходимая для оформления путешествия; даются практические рекомендации по организации группового и индивидуального жизнеобеспечения в карстовой полости; приводится методика составления тактических схем спелеопутешествий в сложные вертикальные полости.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЛЕОПУТЕШЕСТВИЙ

Порядок организации и проведения спелеопутешествий определяется «Правилами организации и проведения самостоятельных походов и путешествий на территории СССР».

Эти правила регламентируют следующие вопросы:

определение организаций, проводящих туристские походы и путешествия;

оформление документации на проведение путешествия;

требования к организации, проводящей путешествие;

требования к руководителю похода или путешествия, его права и обязанности;

права и обязанности участников похода или путешествия.

Порядок формирования спелеотуристской группы и требования к руководителю и участникам спелеопутешествия определяются принятой в спелеотуризме системой подготовки кадров и классификацией пещер.

Классификация самостоятельных спелеотуристских путешествий соответствует делению пещер по степени сложности их преодоления на пять категорий: 1, 2, 3, 4, 5. Каждая категория, начиная со второй, делится на две полукатегории, А и Б. При классификации пещер переход к более высокой категории сложности

ти (к/с) определяется появлением новых элементов в технике и тактике исследования карстовых полостей, вызванных наличием тех или иных естественных препятствий. Такой подход к классификации пещер предъявляет определенные требования к принципам формирования групп для проведения самостоятельных спелеопутешествий.

Спелеотуристская группа, совершающая путешествия 1—3 к/с, должна состоять не менее чем из 4 человек. Для путешествий 4 и 5 к/с минимальный состав группы составляет 6 человек. Если количественный состав группы превышает минимально необходимый для данной категории сложности, то остальные участники могут иметь более низкую квалификацию.

Спелеопутешествия 4—5 к/с обычно совершаются группами с различным опытом участников, что обеспечивает хорошие условия для передачи опыта и повышения квалификации участников. Кроме того, привлечение участников с более низким опытом в спелеопутешествии высокой категории сложности соответствует распределению объема работ при прохождении пещеры: большая часть трудозатрат приходится на верхние участки полости, которые имеют более низкую категорию сложности.

Документация на совершение категорийного спелеопутешествия должна включать заявочную и маршрутную книжки установленного образца, которые оформляются в соответствии с «Правилами».

Для координации работ спелеотуристских групп в карстовом районе организация, проводящая спелеопутешествие, кроме сообщения контрольно-спасательной службе (КСС), должна направить в Центральный совет по туризму и экскурсиям или соответствующий республиканский, краевой, областной совет по туризму и экскурсиям заявку с указанием предполагаемых объектов и сроков работы группы. Перечень таких районов и сроки подачи заявки определяются Центральным советом по туризму и экскурсиям.

В процессе подготовки к спелеопутешествию необходимо решить следующие вопросы:

- определить цель путешествия и конкретные задачи;
- выбрать объект и установить время проведения путешествия;
- определить состав участников;
- составить план подготовки к путешествию и распределить обязанности между участниками группы;
- разработать тактические схемы прохождения пещер;
- подобрать специальное и общетуристское снаряжение;
- подобрать продукты питания;
- продумать медицинское, финансовое и транспортное обеспечение;
- обеспечение тактической, технической и физической подготовки участников;

обеспечение безопасности;

оформление документации путешествия.

При подготовке к спелеопутешествию следует учитывать его специфику: обследование района и поиск пещер, прохождение вертикальных пещер, прохождение горизонтальных и лабиринтовых пещер, путешествие с целью повышения квалификации его участников, по заданию научных организаций, учебно-тренировочные выходы. Главным критерием при решении всех вопросов должно быть обеспечение безопасности.

После завершения спелеопутешествия группа должна составить отчет, который является основанием для зачета путешествия. Кроме общих сведений об участниках, календаре работы, снаряжении, питании отчет о спелеопутешествии в зависимости от его целей и задач должен содержать:

- карстологическую и геологическую характеристики района;
- техническое описание прохождения пещеры, график работы, распределение участников по группам;
- схемы навески снаряжения в пещере;
- результаты проделанной в пещере научно-исследовательской работы: топографическую съемку полости, описание полости, данные замеров трещиноватости, температуры, влажности, точки отбора и результаты обработки проб;
- данные поверхностной топоъемки района, привязку пещер к плану местности;
- рекомендации по использованию пещер в качестве экскурсионных объектов.

В отчет также должны входить сведения о работе, выполненной каждым участником спелеопутешествия, и итоговая таблица о повышении квалификации участников.

Отчет представляется для утверждения в маршрутно-квалификационную комиссию (МКК), которая давала заключение о готовности группы к выходу на маршрут.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЛЕОТУРИСТА ПОД ЗЕМЛЕЙ

ПРОБЛЕМА ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА В ПЕЩЕРЕ

Подземные условия: — холод, влажность, темнота, естественные препятствия и опасности — действуют на организм как мощные стрессорные агенты. Спелеотурист уже перед началом подземной работы находится в состоянии повышенного напряжения — испытывает по Селье [8] реакцию тревоги. С началом работы напряжение спадает и наступает стадия резистентности, на которой организм активно и усиленно противодействует действию стрессоров — сначала всех вместе (общая адаптация), а за-

тем — наиболее жесткого — холода (специфическая адаптация). В этом случае все силы организма направлены на одно — не замерзнуть и из внимания спелеотуриста могут быть исключены жизненно важные элементы взаимодействия с окружающей средой; спелеотурист может не оценить качество и состояние навешенного снаряжения, степень опасности избираемого маршрута, опасность срыва или падения в водоток, угрозу паводка. Для восстановления запаса жизненных сил человека (адаптационной энергии) необходим перерыв в действии всех стрессорных агентов. Если этого не происходит, наступает стадия истощения, сопровождающаяся функциональными изменениями, носящими на поздней стадии необратимый характер. Действие естественных стрессорных агентов в пещере усугубляется часто эндогенным отравлением организма, развивающимся при выполнении большой физической работы и значительных тепловых потерях без систематического питания уже к концу первого дня работы в пещере. (Углеводное голодание, вызывающее у спелеотуриста чувство слабости, усталости, головную боль и тошноту и сопровождающееся появлением изо рта запаха ацетона, усиливает действие пещерного холода).

В настоящее время в спелеотуризме разрабатываются основные принципы системы жизнеобеспечения, позволяющие надежно защитить организм от механического и термического воздействия окружающей среды и обеспечить длительное поддержание оптимального режима и жизнедеятельности человека при проведении исследования пещер.

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС

Спелеотуристу необходимо соблюдать условия обеспечения теплового баланса. Его можно записать как равенство энергетических выделений (затрат) организма (Σ) и лучистого тепла извне (L) с потерями тепловым излучением ($P_{\text{л}}$), конвекцией ($P_{\text{к}}$), испарением ($P_{\text{и}}$), дыханием ($P_{\text{д}}$). Часть энергетических тратится на совершение полезной механической работы ($P_{\text{м}}$). Дискомфортное состояние характеризуется возникновением дефицита тепла (D).

Для спелеотуриста на маршруте $L = 0$. В этом случае, если он находится в состоянии относительного покоя ($P_{\text{м}} = 0$), то для поддержания комфортного состояния ($D = 0$), образующаяся при обмене энергия Σ должна расходоваться в виде тепла:

$$\Sigma = P_{\text{л}} + P_{\text{к}} + P_{\text{и}} + P_{\text{д}} = P.$$

При физической работе часть энергии Σ расходуется в виде механической и энергозатраты возрастают: $\Sigma = P + P_{\text{м}}$. Коэффициент эффективности внешней механической работы, т. е. к. п. д. организма как тепловой машины равен: $\eta = P_{\text{м}} / \Sigma$. Величина

его не превышает 0,2—0,25. Таким образом, теплообразование в организме равняется $(0,75 \div 1) \cdot \Sigma$. Теплообразование в организме в покое в условиях комфорта составляет 70—120 Вт [1] (лежа — меньше, стоя — больше). Под воздействием общего или локального холода теплообразование увеличивается вчетверо после часового пребывания в среде с температурой воздуха $+4^{\circ}\text{C}$. При выполнении физической работы теплообразование в организме увеличивается до 700 Вт (к. п. д. = 0,21) — при ходьбе в гору под углом 25° со скоростью 3,2 км/ч и даже до 900 Вт (к. п. д. = $0 \div 0,1$) — аналог борьбы, прохождение узостей в пещере. Поскольку теплоотвод при этом меняется несущественно, то возможен сильный перегрев тела, обильное потоотделение и даже тепловой удар.

Радиационно-конвективные тепловые потери занимают 73÷88% от общих тепловых потерь. При этом в условиях температурного комфорта преобладают потери тепла излучением, а при низкой температуре — конвекцией. Под влиянием ветра доля конвективных тепловых потерь значительно возрастает. Топография радиационно-конвективных тепловых потерь у организма различна. Основное охлаждение происходит через ноги (38÷62%). Наибольшая плотность теплового потока приходится на голову. В табл. 1 приведено распределение радиационно-конвективных тепловых потерь (в%) различных частей тела (в покое) в комфортных условиях.

Таблица 1

Вид одежды	Голова	Туловище	Руки	Ноги
Одеяло	15,5	28,5	17,3	38,7
Комбинезон с капюшоном	17,7	24,6	17,0	40,8

Тепловые потери испарением ($P_{\text{и}}$) составляют оставшиеся 12—27% и происходят через кожу и легкие. При этом гидротеплоизоляция приводит к уменьшению тепловой потери с испарением через кожу тела и увеличивает относительную долю тепловых потерь с дыханием — возникает тепловая одышка.

Тепло, продуцируемое телом человека, отводится через теплоизоляцию в окружающую среду. Для длительного поддержания термической устойчивости величина тепловых потерь должна быть оптимизирована по двум направлениям: физиологическому — через механизмы терморегуляции и физическому — через изменение теплоизоляционных свойств одежды. При этом в зависимости от качества подбора теплоизоляции механизмы терморегуляции будут работать в более или менее напряженном режиме.

Если одежда и физиологические механизмы терморегуляции не обеспечивают тепловой баланс организма, то возникает дефи-

цит тепла, иными словами — гипотермия, соответствующая разнице между величинами теплоотдачи и теплообразования: $D = P - E$.

Величине дефицита теплосодержания в организме отвечают определенные теплоощущения человека [1]. Ими удобно пользоваться для оценки степени переохлаждения (табл. 2).

Таблица 2

Дефицит теплосодержания		Теплоощущения
ккал	кДж	
До 29	121	Комфорт
50 ± 20	208 ± 84	Прохладно
110 ± 40	450 ± 166	Холодно
176 ± 24	740 ± 101	Очень холодно

КРАТКОВРЕМЕННОЕ ИНТЕНСИВНОЕ ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЕ (ХОЛОДОВОЙ УДАР) И ДЛИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

Спелеотуристу необходимо знать, что когда часть поверхности тела, находящегося в комфортных условиях, внезапно вступает в контакт с холодной средой, то в идеальном случае в точке контакта температуры должны быть одинаковы. При бесконечно большом объеме среды ее температура на поверхности кожи не будет повышаться, а будет наблюдаться температурный скачок ΔT_k .

Расчеты температурного скачка и температуры кожи (T_k) при контакте ее с рядом материалов в пещере представлены в табл. 3.

Таблица 3

Материал	$\Delta T_k, ^\circ\text{C}$	$T_k, ^\circ\text{C}$
Вода	15	21,6
Кожа	15	21,6
Металл	25,8	10,8
Пластмасса	10,4	26,2
Дерево	11,25	26,35
Легкие пористые тела (пенопласт)	3,66	33
Пушистые теплоизоляторы (мех, вата)	0,21	36,4

Таким образом, в зависимости от свойств среды, температура кожи может мгновенно упасть до $10,8^\circ\text{C}$. При совершенной изоляции (сухой шерстяной одежды) температурный скачок на

коже может быть существенно уменьшен и ощущение комфорта не пропадает. По мере увлажнения одежды до полного намокания доля воздушных прослоек уменьшается. При этом температурный скачок на коже будет увеличиваться до 15°C (соответственно температура кожи падать до $21,6^\circ\text{C}$). Наибольший скачок (на 26°C) возникает при соприкосновении с металлом (и камнем).

С повышением холодового раздражения у спелеотуриста появляется ощущение озноба (реакция тревоги по Селье) — это рецепторы в приповерхностном слое тела сигнализируют о появлении на коже слишком большого перепада температур, угрожающего гомеостазу организма. Охлажденная вблизи поверхности тела порция крови оттекает от участка охлаждения внутрь организма, ощущение озноба с поверхности передается во внутрь тела и охватывает весь организм.

В ответ на холодовое раздражение в организме включаются механизмы химической и физической терморегуляции; повышается теплопродукция организма и устанавливается первая тепловая защита, заключающаяся в сужении проходного сечения капилляров в периферийных частях тела, сопровождающимся снижением количества перекачиваемой через капилляры периферии крови и уменьшением теплового потока (теплопотери).

Время, необходимое на установление тепловой защиты, и интенсивность теплопродукции человека, ограничены. Поэтому, если интенсивному холодовому воздействию подвергается значительная доля поверхности тела (попадание без гидроизоляции в подземный водоток с температурой воды $+1^\circ\text{C}$), то это может привести к резкому холодовому воздействию на внутренние жизненно важные органы — холодовому шоку (возможно, с летальным исходом). Интенсивное охлаждение небольшой части удаленных от ядра участков тела (конечностей) может привести к холодовому шоку, так как организм может компенсировать холодовую волну, пришедшую с кровью во внутрь тела до установления первой тепловой защиты.

Как следствие установления первой тепловой защиты понижается температура кожи. Если при этом теплоизоляция недостаточна для поддержания гомеостаза, включается вторая (физическая) тепловая защита, уменьшающая теплопотери за счет пульсаций диаметров кровеносных сосудов. В этом случае необходимо ликвидировать дискомфортные условия, чтобы пульсации не перешли в спазмы, сопровождающиеся сильными болями ощущениями, длительность которых со временем нарастает, появляется стойкий спазм сосудов и кровообращение в периферийной зоне полностью прекращается. Организм устанавливает третью тепловую защиту ценой онемения, а затем омертвения (обморожения при температуре выше 0°C) участков поверхности.

Время, необходимое на установление всех трех защит, зависит от жесткости (интенсивности) холодного воздействия и при работе в воде без гидротеплоизоляции составляет (для конечностей) примерно 10 мин. При этом ядро тела еще длительное время сохраняет нормальную температуру.

Если область холодной «оболочки» начинает захватывать жизненно важные органы, включается последняя, четвертая, тепловая защита. Она направлена на поддержание термического режима охлажденных органов и восстановление границ ядра тела за счет снижения его температуры. Производится это путем резкого рефлекторного расширения (раскрытия) всех периферийных капилляров. При этом в течение некоторого времени болевые спазмы могут пройти, чувство холода сменяется ощущением псевдокомфорта и сонливостью. Тепловое «замыкание» ядра тела с окружающей средой, возникающее в этом режиме, приводит к быстрому снижению температуры ядра и замерзанию организма (смерти).

Чтобы предупредить длительное охлаждение в пещере, необходимо рационально выбирать гидротеплоизоляцию и режим движения (работы). Спелеотуристам следует знать, что термическое сопротивление одежды (R) прямо пропорционально ее толщине (T) и обратно пропорционально коэффициенту теплопроводности. Величина коэффициента теплопроводности изменяется от 0,02 ккал/м.ч.к. для сухой одежды до 0,47 ккал/м.ч.к. для мокрой (для воды). Соответственно и изоляционные свойства одежды уменьшаются при этом в 23,5 раза.

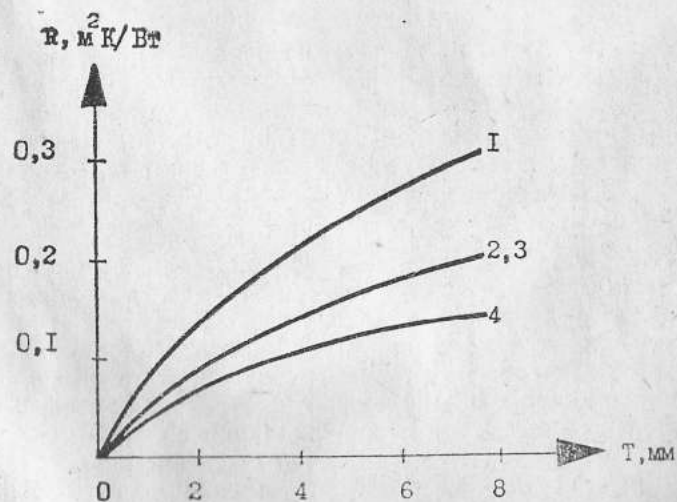


Рис. 1. Зависимость теплового сопротивления одежды от ее толщины (количества слоев) для: 1 — туловища, 2 — плеча, 3 — бедра, 4 — голени

Зависимость R от T , представленная по эмпирическим данным (хлопчатобумажное трикотажное белье в 1—8 слоев) на рис. 1, носит нелинейный характер [1]. Наименьшие изменения происходят при надевании первого слоя белья. При надевании последующих слоев происходит меньшее снижение теплотерь, особенно в области голени. Одной из причин нелинейности служит то, что с надеванием каждого последующего слоя белья комплект сжимается и уменьшается толщина воздушных прослоев. Т. е. по мере надевания дополнительных слоев одежды эффективность их падает, а при увлажнении более плотная одежда быстрее намокает и теряет теплоизоляционные свойства. Объем воздуха (в одном слое) в восьмислойной одежде в 1,5 раза меньше, чем в однослойной.

Сжатие одежды усугубляется надеванием гидрокостюма с комбинезоном и личного снаряжения. Поэтому зависимость R от T для хлопчатобумажного белья будет более пологой. Лучшей характеристикой R/T обладает шерстяное и особенно поролоновое белье. Последнее наиболее упруго и наименее влагоемко.

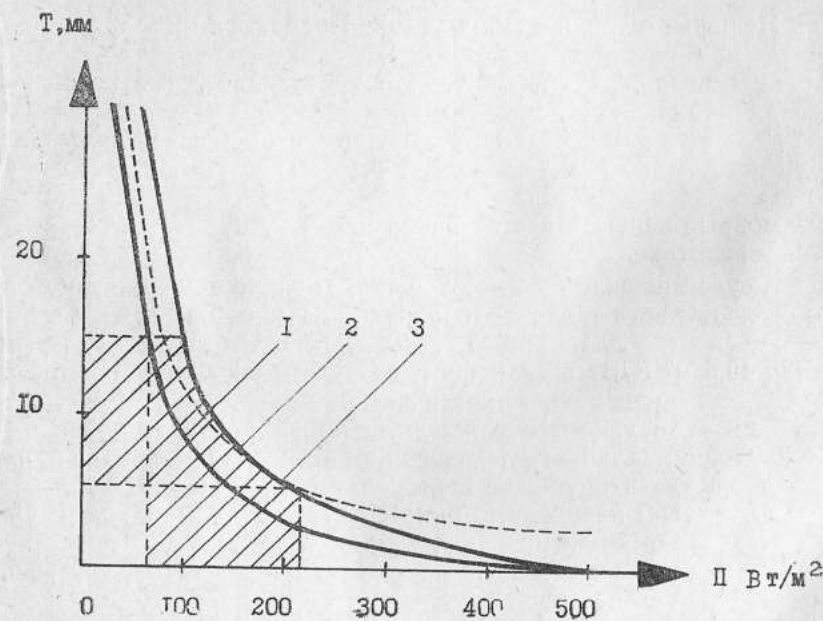


Рис. 2. Зависимость средней толщины сухой изоляции (T) от теплопродукции организма (P) при движении спелеолога в непродуваемой (1) и продуваемой (2) одежде в комфортных условиях; 3 — толщина гидротеплоизоляции в воде. Заштрихована область, соответствующая аэробному режиму энерговыделений

При полном намокании и уменьшении R в 23,5 раза зависимость от толщины пропадает.

Толщина необходимой изоляции разных участков тела спелеотуриста зависит от темпа движения. При выполнении работы в аэробном режиме средняя толщина теплоизоляции составляет 5—15 мм (рис. 2). При движении в анаэробном режиме во избежание перегрева ее нужно уменьшать до 1—3 мм, обходясь одной футболкой под гидрокостюмом. Термическое сопротивление среды изменяется (в зависимости от условий работы) от сопротивления сухого воздуха $R_{\text{в}}$ до сопротивления пленки воды $R_{\text{жидкости}} = 10^{-3} \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

В условиях относительно спокойного воздуха (скорость около 0,1 м/с) $R_{\text{в}} = 0,155 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$. При сравнительно небольшом ветре (1,1 м/с) такая подвижность воздуха вызывается движениями человека, идущего со скоростью 4 км/ч ($R_{\text{в}} = 0,062 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$).

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЯ ОТ ОБВОДНЕННОСТИ ПЕЩЕР

Пещеры, с точки зрения условий работы в них, можно разделить на 3 группы:

относительно сухие пещеры, не требующие герметичной гидроизоляции спелеотуриста;

влажные или сырые пещеры, для периодической защиты от водотоков, в которых требуется герметическая гидроизоляция (пещеры Алека, Киевская и т. п.);

мокрые пещеры, где основная часть маршрута прокладывается в водотоке.

В сухой пещере термическое сопротивление окружающей теплоизолирующей среды (слой одежды и прилегающего малоподвижного воздуха) всегда имеет высокие значения ($0,5 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ в спокойном воздухе и $0,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ при движении по пещере в аэробном режиме).

При этом увеличение вдвое теплопродукции компенсируется пропорциональным уменьшением теплоизоляции. Поэтому, чтобы в сухих пещерах не перегреваться и не переохлаждаться спелеотуристам необходимо быть соответственно одетыми. Таковы пещеры Орешная, где спелеотуристы легко проводят по несколько суток без подземных лагерей, Анакопийская, многие пещеры Подольи, подмосковные лабиринты и др. Даже в пещерах хр. Алек при разумном поведении длительное время можно просуществовать без переохлаждения.

Показателен случай [4], когда обессиливший, но невымокший спелеотурист, после непрерывной суточной работы просидел в течение 33 ч в темноте под колодцем на глубине 160 м от поверхности и, получив источник света, самостоятельно вышел

на поверхность. Всего пробыл он в пещере 77 ч без дополнительного жизнеобеспечения.

В сырых и мокрых пещерах трудно избежать переохлаждения. Качественное различие между этими двумя группами пещер заключается в способе намокания и в общем времени переохлаждения.

В сырой пещере комбинезон бывает обычно слегка влажный.

Намокание и падение теплозащитных свойств одежды происходит, в основном, за счет потовыделений. Термическое сопротивление одежды по мере ее увлажнения падает от $0,4 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ до $0,07 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ при полном намокании изнутри. Обычно это постепенное намокание (и соответственные теплоощущения) длится многие часы.

Отсутствие гидроизоляции в этом случае сопровождается уменьшением термического сопротивления одежды до величины $0,04 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$. Находиться спелеотуристу во влажной ветровой пещере без гидроизоляции даже при однократном намокании можно не более 5—6 ч [3]. При намокании одежды под гидрокостюмом срок пребывания спелеотуриста может быть увеличен в 2—2,5 раза.

В мокрой пещере комбинезон спелеотуриста обычно быстро насыщается водой вследствие частого погружения в водотоки, каскады и пр. При этом термическое сопротивление падает от $0,35 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ (при работе в сухой одежде под каскадом) до $0,015 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ (при работе в мокрой одежде под каскадом). Причем, если при спуске вниз по правильно произведенной навеске пещера может восприниматься как сырая (благодаря быстрому преодолению и обходу обводненных участков), то при подъеме она обычно воспринимается как мокрая. Это обстоятельство необходимо учитывать при разработке тактических планов. В табл. 4 приведены эмпирические данные по среднему времени достижения хорошо экипированным спелеотуристом различных теплоощущений, связанных с разными стадиями переохлаждения, полученными при проведении работы средней интенсивности без саморазогрева.

Таким образом, работая в пещере, спелеотурист подвергается непрерывному переохлаждению (гипотермии).

Таблица 4

Теплоощущения и дефицит тепла, ккал	Время достижения различных теплоощущений, ч		
	сухие пещеры	влажные пещеры	мокрые пещеры
Потеря комфорта (29)	3—5	2	0,4
Прохладно (50)	7	3—5	0,5
Холодно (110)	10	10	1
Очень холодно (170)	Не	24	2
	определено		

Спелеотуристу необходимо своевременно принимать меры в случае намокания одежды, иначе организм попадает в жесткие условия. Именно поэтому спелеотурист, находящийся в гидроизоляции, после длительной работы чрезвычайно чутко реагирует на скорость воздушного потока, появляющегося в сужениях и основаниях колодцев, а при попадании под водопад тело в мокрой (необязательно до насыщения) одежде под гидрокостюмом замыкается (по теплу) с окружающей средой и катастрофически быстро остывает.

Намокание только ног (до колен вследствие, например, разрыва гидрокостюма) при движении по сухому коридору пещеры приводит через 10 ч работы к дефициту тепла в 1440 кДж — вдвое больше, чем необходимо, чтобы чувствовать себя «очень холодно». Это означает, что без дополнительного экстренного разогрева через 5 ч работы состояние спелеотуриста станет аварийным. При намокании одной ноги к аварийному состоянию спелеотурист придет через 10 ч. Даже если организм и не заморозит (благодаря периодическим разогревам), то он энергетически сильно истощится — этим обусловлена заметная потеря в весе у спелеотуристов, проработавших под землей одну — две смены в частично мокрой одежде и в целом благополучно поднявшихся на поверхность. Нежелательно передвигаться с намокшими ногами по воде, так как в этом случае необратимое переохлаждение всего организма может наступить через 40 мин, либо произойдет спазм сосудов и обморожение (при положительной температуре окружающей среды) конечностей. В водотоке в промокаемых рукавицах или перчатках при страховке или подъеме за 5—10 мин замерзают до бесчувствия кисти рук.

Работа под водным каскадом в сырой одежде без специальных мер защиты также приводит к быстрому замерзанию. Это обусловлено тем, что в случае неполного насыщения влагой (потом) одежды спелеотуриста при попадании его в поток термическое сопротивление среды уменьшается на один — два порядка и температура поверхности одежды резко падает, вызывая конденсацию части паров под гидроизоляцией и приближение точки росы к телу. При этом уменьшается и термическое сопротивление одежды. В результате такого катастрофического падения суммарного термического сопротивления человек быстро замерзает и уже через 15—25 мин начинает ощущать болевые спазмы сосудов.

В качестве защиты от подобного переохлаждения рекомендуется «воротник» из металлической фольги, надеваемый под гидрокостюм и закрывающий плечи и верхнюю часть торса, а также поролон на позвоночник. Уменьшая радиационные теплопотери, «воротник» стабилизирует градиент температур и точку росы в одежде, изолируя от охлаждающего действия потока, что позволяет поддерживать комфортное состояние.

ВЛАГООБМЕН СПЕЛЕОТУРИСТА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Влага из тела человека на поверхность кожи проникает путем сухой диффузии, потоотделения и влажной диффузии. Под сухой диффузией через покровы понимают едва заметное в нормальных условиях испарение в количестве 20—30 г/ч [1]. Если в условиях влажного воздуха оказываются значительные участки поверхности организма, включающие в себя потовые железы, то начинает преобладать влажная диффузия, скорость которой на порядок превышает скорость сухой диффузии. При влажной диффузии влага начинает перемещаться в обоих направлениях. Количество влаги и направление перемещения зависят от концентрации соли на поверхности кожи. Если кожа покрыта водой, она воспринимает влагу в количестве до 50 г/м² ч. Наоборот, если кожа покрыта 20% раствором поваренной соли, она выделяет воду в количестве до 200 г/м² ч. Благодаря диффузии пот через влажную кожу может проникнуть обратно в организм, а одежда — остаться сухой и сохранить теплоизоляционные свойства. При этом потеря жидкости организмом оказывается значительно ниже нормального уровня. Необходимо выяснить, при каком режиме работы под землей отсыревание одежды под гидрокостюмом минимальное.

При совершении высокоинтенсивной работы в анаэробном режиме механизм терморегулирования нарушается и потовыделение увеличивается. Однако, потеря жидкости организмом может быть ниже, чем без гидрокостюма, поскольку до 50 г/м² ч возвращается в организм через кожу.

В этом режиме во избежание повышения контактной теплоотдачи во влажной одежде необходимо сохранять небольшой зазор воздуха, который в малоподвижном состоянии не допускает увеличения температурного скачка на коже. Для этого удобно использовать широкопетлистые сетки, надеваемые на голое тело под шерстяную одежду.

Особенно полезно их применение при частых саморазогревах под полиэтиленовым колоколом в гидрокостюме, сопровождающихся периодическим выравниванием температур и влажностного содержания по толщине одежды и намоканием прилегающего к коже слоя одежды. Эффект от сеток заметен до тех пор, пока не намокнет полностью вся одежда.

При выполнении малоинтенсивной работы в аэробном режиме (топосъемка, гидронивелирование и пр.) спелеотуристам иногда удается, сочетая ненатянутую работу, сопровождающуюся минимальными избыточными потоковыми выделениями (с частыми вынужденными остановками) длительное время оставаться в относительно сухой одежде.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ СПЕЛЕОТУРИСТА ДЛЯ РАБОТЫ ВО ВЛАЖНО-МОКРОЙ ПЕЩЕРЕ

В сухом виде одежда занимает объем от 10 до 30 дм³ (2—6,5 кг). С намоканием объем изоляции уменьшается вдвое (до 5—15 дм³). При этом максимальная влагоемкость изоляции (масса поглощенной жидкости — воды, пота) достигает 0,5—1,5 кг (рис. 3). Период полного внутреннего намокания теплоизоляции при аэробном режиме за счет потоотделения 5—15 ч* (рис. 4). Период намокания изоляции и ее теплового «пробоя» рекомендуется увеличивать следующими способами:

применением более упругих теплоизоляторов, позволяющих увеличить начальный объем сухого костюма и не уменьшающих объем в процессе намокания. Рекомендуется использовать поролоновый костюм с капюшоном, обшитый с двух сторон мелкоячеистой сеткой, напоминающий по форме облегченный (без штанин) «мокрый» гидрокостюм типа «Калипсо»;

использованием периодически регенерируемых (просушиваемых) или заменяемых конденсатосборников, представляющих собой слой влагоемкой легко сохнущей одежды между гидро-

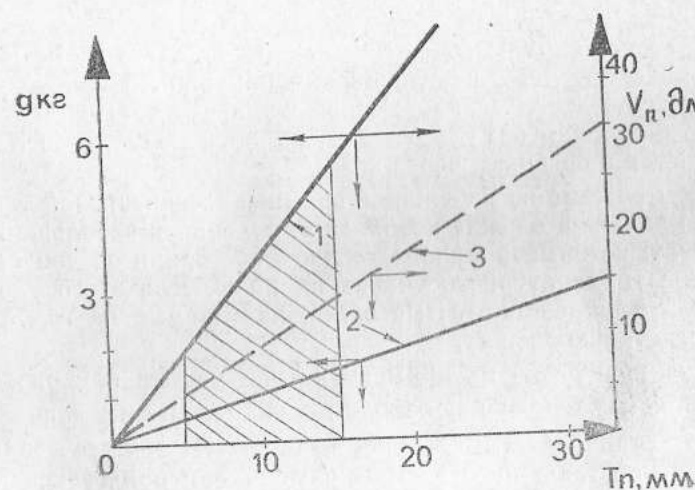


Рис. 3. Зависимость от толщины (T), объема (V_n) и массы (g) сухой шерстяной теплоизоляции (1) и ее максимальной влагоемкости (2), 3 — объем мокрой шерсти. Заштрихована область, соответствующая аэробному режиму энергвыделений

* При работе в анаэробном режиме время теплового «пробоя» изоляции под гидрокостюмом составляет 0,1—1,5 ч, после чего спелеотуристу необходимо непрерывно интенсивно двигаться в дискомфортном состоянии до базового лагеря.

теплоизоляцией (обычный хлопчатобумажный лыжный костюм с начесом). Конденсатосборник следует подбирать таким образом, чтобы к концу рабочей смены точка конденсации (соответствующая точке росы) не выходила за его пределы. Для выбора толщины конденсатосборника можно воспользоваться графиками (см. рис. 3, 4);

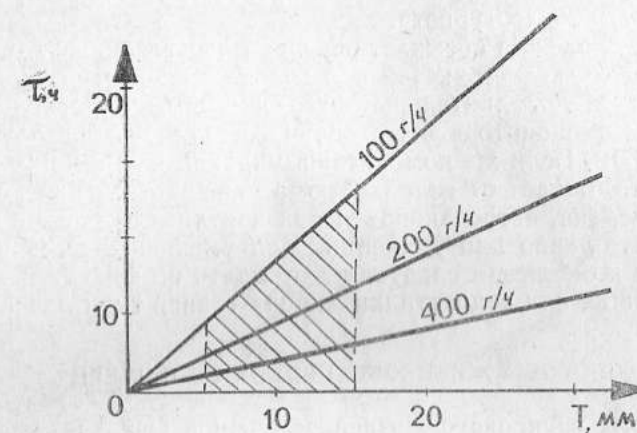


Рис. 4. Зависимость времени полного намокания теплоизоляции под гидрокостюмом от интенсивности нагрузки. Заштрихована область, соответствующая аэробному режиму энергвыделений

применением алюминиевой фольги или металлизированной полимерной пленки, помещаемых в места наиболее вероятного теплового «пробоя». Это стельки, наколенники, налокстники и закрывающий плечи и спину «воротник». Для этих целей рекомендуется использовать материал «триболи» — покрытое слоем алюминия искусственное волокно. Он применяется в одежде мотоциклистов, моряков, альпинистов и т. д. Фольга располагается между гидроизоляцией и конденсатоотводчиком.

Для защиты от охлаждения и механических повреждений кистей рук рекомендуется пользоваться шерстяными перчатками, поверх которых надеваются перчатки из грубой резины.

Резкое ухудшение общего самочувствия и свойств общей теплоизоляции провоцируется в пещере рассмотренными ранее холодными ударами, возникающими как в местах теплового «пробоя» общей изоляции (например, в период обжата влажной теплоизоляции о холодный камень), так и при плохой гидроизоляции.

Одной из причин теплового «пробоя» может стать комбинезон, защищающий гидрокостюм от разрыва. При намокании комбинезона теплоотвод от поверхности гидрокостюма увеличивает-

ся за счет испарения и теплоизоляция уменьшается. Испарение с влажной поверхности в насыщенное влагой пространство возможно в том случае, если температура поверхности больше, чем температура среды. Испарение не происходит при повышенных скоростях обдувания спелеотуриста (в ветровых участках пещер) или мокрых пещерах под потоком воды. Поэтому дополнительное охлаждение за счет испарения происходит обычно при малой подвижности спелеотуриста.

Так как одежда обсыхает обычно в перерывах между движением, то мокрый комбинезон при больших скоростях передвижения является дополнительным термическим сопротивлением и уменьшает теплопотери в том случае, если плотно обтягивает гидрокостюм. Если же комбинезон широкий и при движении периодически отстает от гидрокостюма, он работает как регенеративная насадка, нагревающаяся при контакте с телом и рассеивающая это тепло при удалении. Для уменьшения эффекта охлаждения комбинезон следует изготавливать по фигуре из плохо впитывающих или водоотталкивающих тканей типа лавсан.

СПОСОБЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПЕЩЕРЕ

Система группового жизнеобеспечения. Основой жизнеобеспечения группы в пещере должен являться удобный и мобильный подземный переносной лагерь (ППЛ), который в отличие от используемого ранее подземного базового лагеря (ПБЛ), может быть установлен практически в любых условиях согласно почасовому графику работы (рис. 5). Основой ППЛ служит подвесная площадка, которую следует укреплять на одной или двух стенах с помощью четырех—шести опор. Ее рекомендуется изготавливать из прочного полотна, составных дюралюминевых труб и тросовых или веревочных растяжек. На расстоянии немногим больше длины полотна забиваются крючья или используются естественные опоры: выступы, камни, натечные образования. Выше на 1,5—2 м над этими опорами делается еще две опоры, затем один боковой край полотна растягивается вдоль стены на двух нижних опорах, а другой с помощью оттяжки — за верхние. На уровне нижних опор делается еще две опоры для боковых растяжек. Полотно удобно растягивать с помощью самохватов.

Рекомендуется подвесная площадка, рассчитанная на установку трехместной самодельной палатки, изготовленная свердловскими спелеотуристами. Она сворачивается в виде цилиндра высотой 70 см, диаметром 15 см и весит 7 кг. Время оборудования подвешенного лагеря 1,5—2 ч. Возможен и другой вариант искусственной площадки в виде разборной жесткой металлической рамы, на которую натягивается полотно. Такую площадку можно не только крепить на стену, но и устанавливать на камнях, глыбах или растягивать в ходах пещеры. Наличие подвес-

ных площадок делает реальным организацию ППЛ. Мобильная группа штурмует пещеру, в необходимом месте разбивает лагерь и продолжает штурм, неся лагерь с собой.

В подземных лагерях применяются самодельные палатки. Разработанная и изготовленная в начале 70-х годов в московской

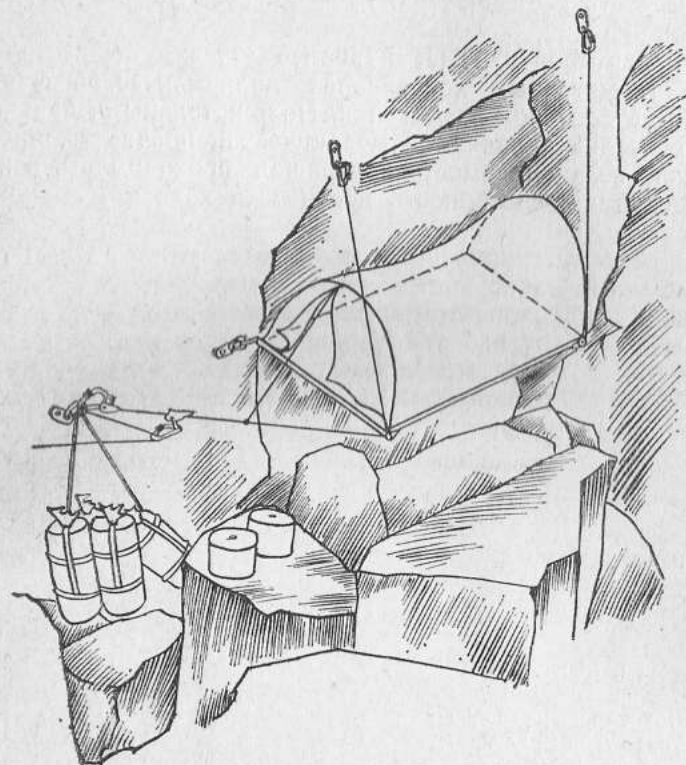


Рис. 5. Подземный переносной лагерь (ППЛ)

и свердловской секциях палатка для ПБЛ из тонкого ситца с плоской крышей [5] имела ряд недостатков: сложность установки, провис крыши и плохой сток воды. Предлагается новая модель прочной трехместной подземной палатки из капрона или ситца. Длина палатки 2 м, ширина 1,2 м (по ширине двух надувных матрасов). Прочность достигается за счет каркаса из 10 упругих титановых трубок диаметром 6 мм и длиной 0,5 м. Для установки палатки требуется 2 растяжки, которые привязываются к верхним частям дуг. Пола палатки не имеет. При установке ее на подвесную площадку концы трубок вставляются в отверстия на полотне. Время установки палатки вместе с подвесной пло-

щадкой 1—1,5 ч. Сворачивается палатка в виде цилиндра высотой 55 см, диаметром 10 см и весит 2 кг.

В ППЛ следует использовать надувные двухместные матрацы из прорезиненной ткани и трехместные спальные мешки. Пищу в ППЛ рекомендуется готовить на самодельных спиртовых кухнях емкостью 3 л [5]. Примуc использовать для экстренных обогревов и сушки.

Транспортировку ППЛ наиболее удобно осуществлять в жестких герметичных контейнерах цилиндрической формы с крышкой на болтовом соединении. Положительными качествами такого контейнера являются механическая прочность, простота запаковки, незацепляемость и хорошая проходимость в колодцах и меандрах, способность переносить хрупкие, «мнущиеся» вещи.

Для ремонта группового и личного снаряжения в ППЛ необходимо иметь набор инструментов и материалов. Рекомендуемый список группового снаряжения для ППЛ на шесть человек указан в табл. 5.

Таблица 5

№ пп.	Наименование	Количество	Вес, кг
1	Площадка	2	7
2	Мешки резиновые	3	3
3	Ремнабор	1	1
4	Палатки	2	4
5	Спальники	4	10
6	Матрацы	4	8
7	Батареи (блоки)	6	2,5
8	Калоши	6	3,5
9	Мешки транспортировочные	3	1,5
10	Спирт сухой (в пачках)	150	15
11	Свечи (шт.)	70	7
12	Комплект белья и рукавиц	1	2,5
13	Кухня	2	2
14	Аптечка	1	0,5
15	Пленка полиэтиленовая	4	1,5
Итого			70

Снаряжение ППЛ упаковывается в три — четыре транспортировочных мешка (контейнера) и весит 65—70 кг.

Рекомендуется разработанный красноярскими спелеотуристами облегченный вариант ППЛ на четыре человека. Он отличается малыми объемом и весом, уменьшенными за счет применения синтетических материалов (шелк, капрон, нитрон и др.) при изготовлении палатки, спального мешка и надувного матраца. Эти предметы, а также два куса полиэтилена умещаются в одном транспортировочном мешке общим весом 5 кг.

Система индивидуального жизнеобеспечения. Для индивидуальной защиты от внешней среды в пещере в список личного снаряжения включается «самоспас», куда должны входить:

пещерная сумка,
гамак,
полиэтиленовая пленка 2×2,5 м,
горелка парафиновая с парафином,
пачка сухого спирта,
аварийный индивидуальный паек продуктов (орехи, мед, витаминны),

зажимы для полиэтилена 40 шт.,
крючья шлямбурные 2 шт.,
спички в водонепроницаемой упаковке,
молоток и облегченный шлямбур (1 шт. на 2—3 чел.),
индивидуальная аптечка,
каталитическая прелка,
резиновые перчатки.

Гамак предназначен на случай отсидки (при опасном увеличении расхода воды в пещере). Его следует крепить за крюк или естественную опору в безопасном месте в виде авоськи (рис. 6). Изготавливать его надо из капронового шнура диаметром 2,5—3 мм, по длине 22, по ширине 10—12 ячеек. По длинным краям гамака пропускается 5—6 мм репшнур.

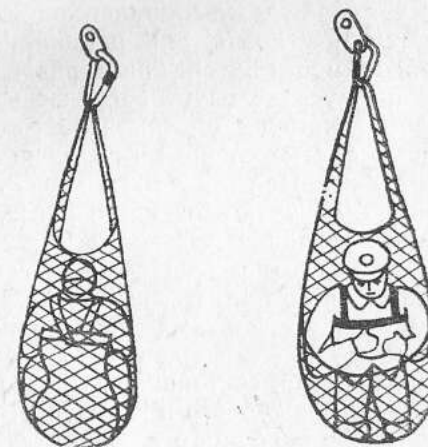


Рис. 6. Подвеска гамака

Предметы самоспаса, а также временно ненужное личное снаряжение укладываются в пещерную сумку, которую следует шить из прочной материи или делать из металла. Наличие само-

спаса позволяет при необходимости организовывать ночевки спелеотуристов без ПЛ.

В сырой пещере (п. Кабанья) для снятия утомления и возвращения бодрости можно спать сидя по-турецки или в позе ребенка, не снимая комбинезона и гидрокостюма. Периоды сна 20—40 мин, продолжительность 1,5—2 ч.

В мокро-сырой продуваемой пещере (п. Нежданная) можно спать (с циклом сна около 40 мин при общей продолжительности 4,5 ч) в гамаке с размещенной внизу парафиновой горелкой или сидя под полиэтиленовой пленкой без дополнительных источников тепла (сняв предварительно комбинезон и гидрокостюм). Одежда (конденсатосборник) на теле высыхает через 3 ч.

В пещерах, подобных п. «Парящая птица», в группах без запланированных ночевки в ПЛ или при длительной работе можно кратковременно (0,5—2 ч) спать в пик сна (0—4 ч) под индивидуальными накидками с дополнительными источниками тепла как в гидрокостюмах, так и без них.

Использование полиэтиленового колпака с дополнительным источником тепла без снятия гидрокостюма является вынужденной чрезвычайной мерой (например, после зависания на комодах при необходимости экстренного разогрева), поскольку повышение наружной температуры ведет к перераспределению влаги под гидрокостюмом, увлажнению нательного слоя одежды и увеличению теплопотерь. Поэтому, сначала согревшись, человек затем начинает зябнуть, особенно после снятия полиэтилена, до тех пор, пока не высохнет слой одежды, прилегающий к коже.

В случае отсутствия условий для индивидуального жизнеобеспечения и необходимости интенсивного разогрева (например, с использованием примуса) следует организовывать групповой отдых под колпаком с источником тепла посередине (комбинезоны и гидрокостюмы сняты) со сном в различных позах с периодом порядка 40 мин и общей продолжительностью 4—5 ч. Перед сном необходимо высушить одежду, не снимая.

В экстремальных условиях при повышенной обводненности (мокрой) пещеры тканевые палатки и набивные (ватиновые) спальные мешки становятся непригодными, вследствие постоянного намокания и потери комфортных тепловых качеств. Единственным приемлемым вариантом спального мешка в этих условиях может быть поролоновый, состоящий из листового поролон, соединенного в трубу и вложенного в герметичный полиэтиленовый мешок. Снизу, между поролоном и полиэтиленом, располагается алюминиевая фольга или же синтетическая пленка с полимерным слоем алюминия во избежание теплового «замыкания» с породой при продавливании (рис. 7). При отдыхе в таком мешке пары влаги, выделяемые телом, проходят сквозь слой поролон, конденсируются на полиэтиленовой пленке и стекают по поролону вниз. Для исключения намокания одежды снизу на поролон не размещается полиэтиленовая подстилка. В результате одеж-

да не намокает, а внутри спального мешка держится температура комфорта.

Другим достоинством этого мешка является отсутствие опасности намокания поролон при транспортировке. Вымокший поролон следует отжать, после чего в нем можно отдыхать. Намокания одежды, благодаря его большой влагоемкости, не происходит.

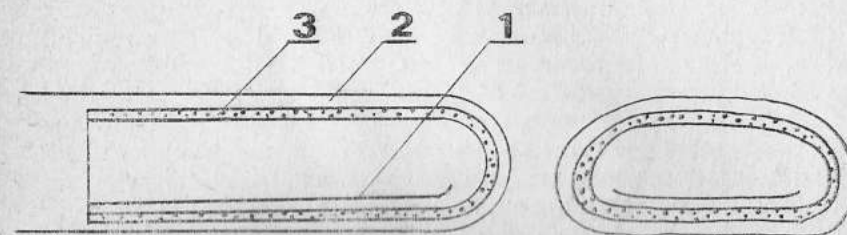


Рис. 7. Поролоновый спальный мешок
1—полиэтиленовая подстилка; 2—внешний полиэтиленовый слой;
3—поролон

СПОСОБЫ САМОРАЗОГРЕВА

Даже опытному спелеотуристу часто приходится работать в несоответствующем режиме (аэробном или анаэробном), что в итоге приводит к развитию гипотермии. Для ее ликвидации или приостановления спелеотурист должен владеть следующими основными физическими и психофизическими способами саморазогрева.

Активизация физической деятельности. С увеличением физической активности теплопродукция организма обычно возрастает, дефицит тепла организма убывает и температура тела растет*. Время, необходимое для выхода из различных состояний гипотермии с помощью физических упражнений (с учетом механического к.п.д.), приведено на рис. 8. В реальных условиях оно на 20—30% больше вследствие неучета интенсификации теплопотерь с активизацией физической деятельности. Физическими упражнениями можно эффективно разогреться (в течение 10—15 мин) из состояния «прохладно» и «холодно». При более глубоком переохлаждении для саморазогрева требуется чрезвычайно интенсивная и продолжительная работа, так, из состояния «очень холодно» с помощью быстрой ходьбы в гору можно выйти за 22

* Исключением является глубокое переохлаждение организма ($T_{\text{тела}} \leq 34^{\circ}\text{C}$), когда никакая физическая активность не может компенсировать теплопотери и лишь усугубляет состояние, истощая пострадавшего.

мин, а с помощью борьбы — за 15 мин. Если же для этого нет ресурсов, то подобные нагрузки организм может не выдержать.

Единовременное принятие горячей пищи. В табл. 6 приведены объемы горячей пищи в пересчете на горячую воду с температурой 70°C, необходимые для выхода из разных стадий переохлаждения.

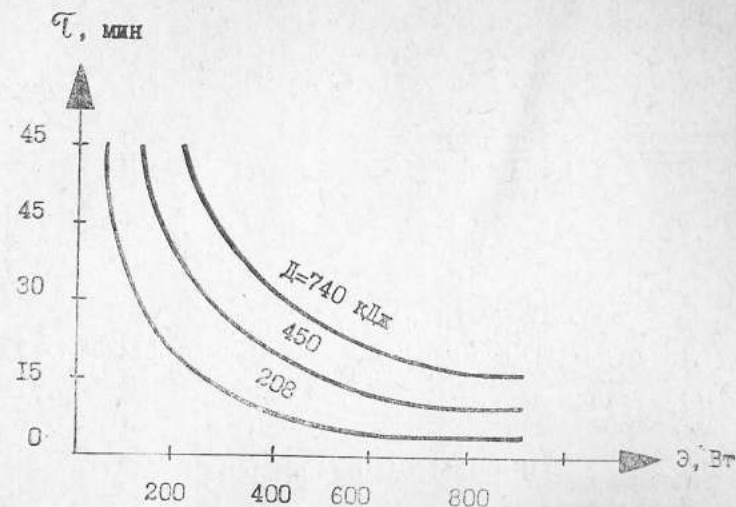


Рис. 8. Зависимость времени разогревания от интенсивности физических упражнений при различных стадиях переохлаждения.

Таблица 6

Дефицит тепла, кДж	Количество пищи	
	Для восстановления полного комфорта (D=0), л	Для поддержания относительного комфорта (D=120 кДж), л
121	0,87	0
208	1,51	0,63
450	3,33	2,45
740	5,3	4,64

Таким образом, из состояния «прохладно» (D=208 кДж) в состояние относительного комфорта можно перейти, выпив два-три стакана горячего чая. Однако в состоянии «очень холодно» (D=740 кДж) с помощью разумного количества горячей пищи (не более 1 л) можно покрыть лишь не более 20—25% дефицита теплосодержания. Тепловой комфорт при таком способе следует поддерживать принятием через каждые 2—3 ч 0,5—0,6 л горя-

чей пищи. Делать это с такой частотой в пещере невозможно и нецелесообразно, однако пользоваться в комбинации с другими способами через 4—6 ч необходимо.

Непрерывный подогрев тела с помощью носимых источников тепла — химической или каталитической грелок. Каталитическая грелка расходует (по паспорту) 60 мг бензина за 20 ч. Если скорость реакции окисления топлива на катализаторе не зависит от интенсивности теплоотвода (температуры и физических свойств) окружающей среды, то при теплотворной способности бензина $B=10000$ ккал/ч тепловыделения составят 30 ккал/ч — столько дает 1 л горячей воды. Однако лишь малая часть тепла, выделяемого грелкой, полезно используется на разогрев организма. При коэффициенте теплоиспользования 25% эффект грелки уменьшается до одного стакана горячей воды в час. Этого достаточно, чтобы поддерживать тело в состоянии относительного комфорта в сырых (влажных) пещерах, однако, серийно выпускаемые каталитические грелки в пещерных условиях работают нестабильно.

Периодический разогрев под полиэтиленовым колоколом. Действие этого способа наиболее эффективно, и им следует пользоваться на всех непредвиденных остановках. Наиболее целесообразно совмещать его с приемом пищи. Это единственный способ отогреть не только туловище, но и мышцы головы, лица, шеи, кисти рук. Температура воздуха под колоколом для быстрого разогрева должна быть выше температуры тела. Для быстрого отогревания пострадавшего рекомендуется использовать неопределенный мешок и переносной воздушонагреватель с маской, надеваемой на лицо. Этим производится интенсивный разогрев ядра тела через легкие.

При пользовании накидками следует учитывать, что разогреваться под накидкой, не снимая гидрокостюма, целесообразно в тех случаях, когда не происходит заметного увеличения тепловыделений внутри организма. Если саморазогрев снаружи сопровождается саморазогревом изнутри (прием пищи, работа), то это может вызвать дополнительное влаговыведение, что усугубит состояние после снятия пленки. Применение металлизированной пленки резко повышает эффективность такого разогревания.

Дыхательные упражнения и аутотренинг. Рекомендуются дыхательные упражнения из гимнастики йогов — «уджайн» и «Сурья-Бхелана», обладающие согревающим действием. Эффект этих упражнений будет полным лишь при условии правильного их исполнения, сопровождающегося самовнушением. Широко распространенная теперь система аутогенной тренировки вполне подтверждает это [6].

Для согревания рук и ног очень эффективно следующее упражнение, входящее в систему аутогенной тренировки. Закрыв глаза, полностью расслабить мышцы и представить себе, что они

увеличиваются в размерах, раздуваются, как если бы их постепенно от верхнего сустава к пальцам накачивали воздухом. Затем проделать это же снизу вверх. После этого сконцентрировать внимание на несколько минут на ступне или кисти. Этого достаточно, чтобы отогреть руки и ноги, озябшие до сильной боли. Волевое усилие легко расширяет кровеносные сосуды и согревает тело. Следует, однако, учитывать, что такое согревание увеличивает приток в «ядро» охлажденной на периферии крови и уменьшает общее теплосодержание организма. Поэтому в пещерных условиях этим приемом для согревания рук и ног следует пользоваться лишь в крайних случаях. Более предпочтительно повышать температуру «ядра» посредством концентрации внимания на солнечном сплетении.

ТАКТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОБВОДНЕННЫХ ПОЛОСТЕЙ

ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ ТАКТИКИ

При выборе тактики спелеопутешествия следует учитывать время бодрствования и поддержания гидротеплоизоляции, частоту и глубину саморазогревов, комфортность «ночного» отдыха, систематичность горячего питания. Работа выполняется легче в данных условиях, если принятый режим от них не зависит.

Возбуждение и чувство комфортного тепла у спускающейся группы пропадает через несколько часов движения по влажно-мокрой пещере. К концу рабочей смены (примерно через 10 ч) после непрерывной работы спелеотуристы ощущают одеревенение мышц и притупление реакций, а изо рта появляется запах ацетона, что служит верным признаком переохлаждения и ацидотического сдвига. Отсутствие удобных площадок и других условий или неверно составленный тактический план* приводят к продолжению активной деятельности группы. В этом случае к концу суточной непрерывной работы без периодического саморазогрева температура ядра тела и мозга падает до критической, появляются нелогичные и нерациональные действия, команды не выполняются. И только после принятия горячей пищи спелеотуристы несколько ободряются и могут устраивать подземный бивак. Однако полноценный отдых в палатке наступает только после того, как спелеотуристы обсохнут (лежа в спальных мешках) и согреются. Цикл сна под землей оказывается увеличен, он тем больше, чем глубже переохладился организм. Чтобы уменьшить цикл сна до нормы, необходимо ликвидировать переохлаждение в период рабочей смены, интенсифицировать разогрев в палатке (например, с помощью примусов), сушить влажные вещи следу-

ет не на себе, а в специальной сушилке, обслуживаемой дежурным, а главное — постоянно поддерживать с помощью системы жизнеобеспечения оптимальный термический и энергетический (пищевой) режим и не перерабатывать. Ни в коем случае не следует работать в пик сна — 0—3 ч ночи (когда человек наименее способен выполнять мыслительно-физическую работу). Можно рекомендовать в качестве типового следующий почасовой график работы группы под землей:

начало спуска — не позднее 4 ч после сна,

работа — 5 ч,

разогрев организма с применением полиэтиленового колпака, источников тепла и горячей пищи — 2 ч,

работа — 3 ч,

прием пищи и интенсивный разогрев в палатке — 3 ч.

Рабочий день 17 ч, из них в пещере — 13 ч. В последующие подземные сутки рабочий день нужно сократить до 13—14 ч. Согласно этому графику рабочая группа (шестерка) с двумя переносными кухнями и двумя полиэтиленовыми колпаками через 3—5 ч работы (на грани «прохладно» и «холодно») должна остановиться и, сняв гидрокостюмы, устроиться по трое под полиэтиленовыми колпаками. Затем принять одну — две кружки горячей пищи, согревающей ядро тела, дымовые газы согревают голову и руки, разогревают остывшую одежду и вносят дополнительное тепло для возвращения в состояние комфорта. Длительность разогрева примерно 2 ч. Далее следует вторая рабочая смена. Наверх группа поднимается (без груза) в 2 раза быстрее, чем спускается, однако, пещера становится «мокрее». Поэтому время, выигрываемое на скорости, следует расходовать на более частый разогрев с интервалом 2—3 ч.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ ГРУППЫ В ПЕЩЕРЕ

Основой построения графика работы спелеотуриста является поддержание под землей суточного (циркадного) ритма и категорический отказ от его изменений в сторону увеличения. С таких позиций любая пещера представляет собой подземный маршрут, проходимый группой (группами) линейно (в одном направлении) за n равных рабочих смен. Путь, проходимый группой за одну смену, получил название радиуса (автономного) действия группы (P). В конце этого пути группа либо ставит лагерь и отдыхает, либо возвращается в вышележащий (или поверхностный) лагерь. Время установки лагеря или подъема (а они приблизительно одинаковы) должно входить в часы рабочей смены.

Термин «радиус действия» включает совокупность факторов, воздействующих на человека в пещере и создающих трудности в ее прохождении, и определяется темпом преодоления этих пре-

* Рабочая смена спелеотуриста может достигать 36 ч. Однако уже около-суточная работа происходит зачастую в аварийном режиме.

препятствий при умеренной интенсивности работы (в аэробном режиме). При этом объем работы (и энерговыделений) спелеотуриста за одну рабочую смену должен оставаться неизменным. Количество P , содержащихся в той или иной пещере, связано с основной тактико-технической характеристикой пещеры — ее категорией сложности. На рис. 9 представлена обработка отечественных данных в соответствующих координатах. Из графика видно, что наличие критических категорий 3Б—4А соответствует 1 P . Их превышение спортивными группами — «однодневниками» приводит зачастую к несчастным случаям. При n более 2 увеличение числа P сопровождается незначительным ростом категории сложности полости, что обусловлено конечностью шкалы категории сложности.

Трудозатраты на преодоление различных препятствий неодинаковы. Для наиболее характерных из них — вертикального колодца, узкого горизонтального меандра и широкой галереи

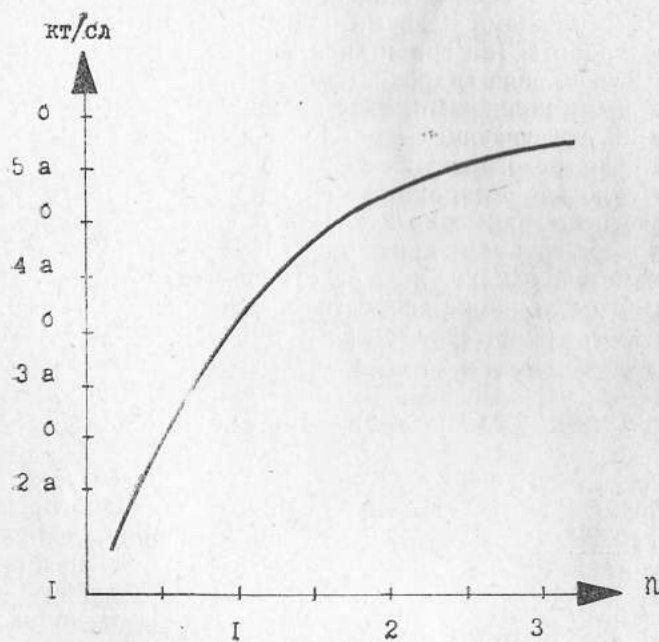


Рис. 9. Зависимость категории сложности вертикальных пещер от числа радиусов действия.

трудозатраты соотносятся примерно, как 1 : 1 : 0,1. Глубина спуска при $n = 1$ (глубина 1 P) зависит от длины и характера горизонтальных участков, соединяющих смежные колодцы (рис. 10). При работе во влажной пещере, где обязательно применение гидроизоляции, при отсутствии отвесов длина 1 P ,

для меандра составляет приблизительно 400 м, а для галереи — около 4 км. С уменьшением суммарной длины меандров глубина P линейно возрастает почти до 400 м и может уменьшиться при слиянии отдельных колодцев в единую «пропасть». Для галерей переход к пропасти происходит соответственно раньше. Подобное уменьшение глубины спуска обусловлено дополнительными трудностями, возникающими при работе группы на едином большом отвесе (хотя бы и расчлененном узкими полками).

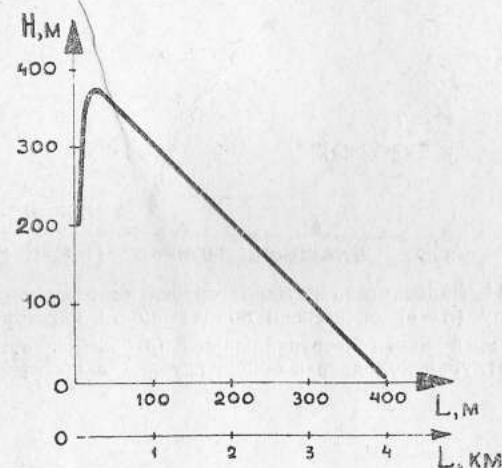


Рис. 10. Зависимость глубины спуска за одну рабочую смену от протяженности горизонтальных участков меандра (верхняя шкала) и галерей (нижняя шкала) во влажной пещере

Протяженность P в пещере с определенным профилем зависит от ее водного режима. Максимальной величины она достигает в сухих пещерах. Во влажных пещерах (где для периодической защиты от водотоков требуется герметическая гидроизоляция) темп передвижения несколько падает (из-за опасности перегрева и последующего переохлаждения). В мокрых пещерах, где основная часть маршрута прокладывается в водотоке, под каскадами воды техническая сложность маршрута резко возрастает вследствие обносов потока, и темп минимален. При полном заполнении потоком проходного сечения, спуск в пещеру без аппаратов автономного дыхания становится невозможным и P стремится к нулю (рис. 11).

По мере спуска в пещеру характер препятствий может изменяться: узости и меандры могут заменяться широкими галереями.

ями, учащаются глыбовые осыпи и завалы, увеличивается количество текущей воды. С позиций жизнеобеспечения решающим фактором здесь является изменение обводненности. Следует учи-

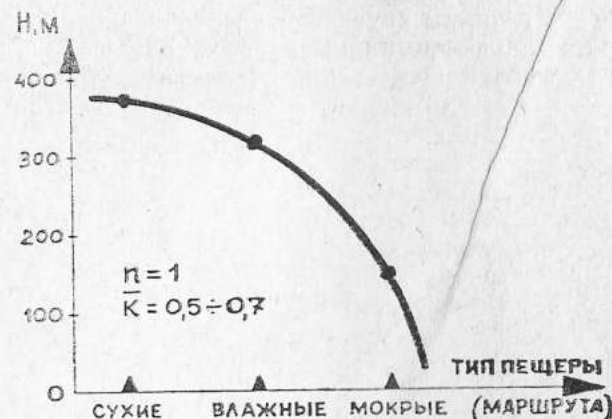


Рис. 11. Зависимость глубины спуска за одну рабочую смену ($n=1$) от степени обводненности маршрута; $\bar{K}$ — коэффициент вертикальности (отношение суммы глубин колодцев к общей глубине полости)

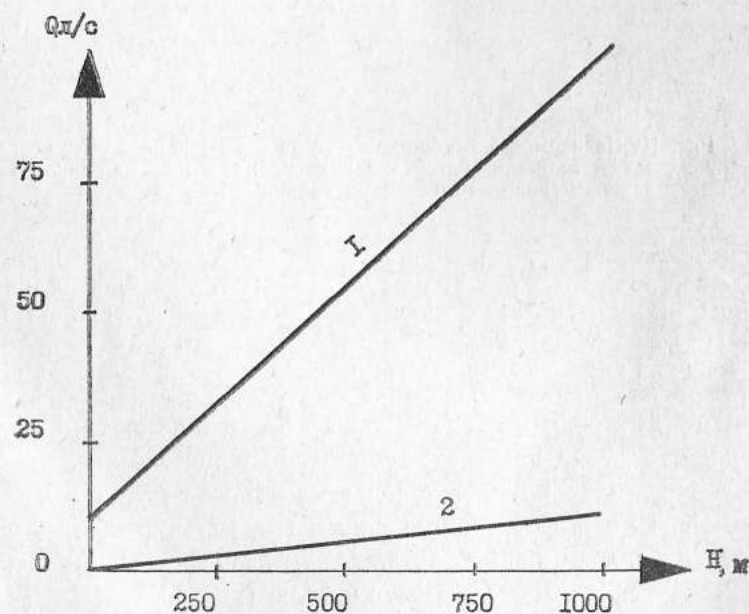


Рис. 12. Увеличение расхода воды в пещере с глубиной в половодье (ливень, таяние снега — 1) и межень — 2

тывать, что даже «сухая» в верхней части пещера с глубиной может стать «мокрой» за счет инфильтрационных, а, главным образом, конденсационных вод. При появлении инфлюационного потока расход воды в одной и той же пещере может увеличиваться более чем на порядок (рис. 12). Поэтому даже при неизменном по глубине профиле пещеры величина P монотонно уменьшается, а при работе в пещере в период ливня, таяния снега и т. п. — резко падает (вплоть до нуля).

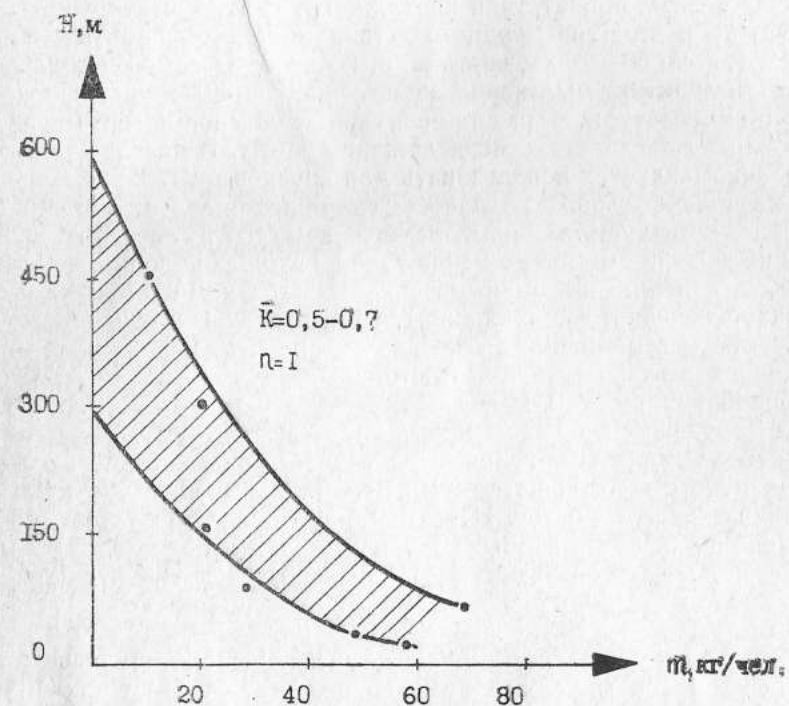


Рис. 13. Зависимость величины радиуса действия группы от загрузки участников; 300 м — оптимальная (расчетная) величина радиуса действия

Кроме объективных факторов, величина P существенно зависит от удельной загрузки участников. На рис. 13 приведена графическая зависимость P от загрузки. Более высокие значения P при одной и той же загрузке соответствует спуску, меньшие — подъему. Кроме транспортировки груза, в работу входят навеска и вынос снаряжения и телефона.

ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СНАРЯЖЕНИЯ ДЛЯ СПУСКА И ПОДЪЕМА

По способу закрепления снаряжения технику навески можно подразделить на статическую (перильную) и динамическую.

Статическая техника (СТ) предусматривает обработку вертикальных препятствий основным подъемно-спусковым снаряжением на весь период исследования пещеры одной или несколькими группами (секциями). При этом количество основного снаряжения должно быть приблизительно равным удвоенной глубине колодцев*.

Динамическая техника (ДТ) предусматривает обработку вертикальных препятствий протяжками из вспомогательного снаряжения (репшнура) и одного — трех компонентов основного снаряжения на 50—100 м вертикали. Впервые этот метод в отечественной практике был использован в начале 60-х годов красноярскими спелеотуристами для спортивных спусков в Торгашинский провал и впоследствии незаслуженно забыт. В настоящее время ДТ рекомендуется использовать для спусков в глубокие пещеры, требующие большого количества снаряжения.

Рекомендуемая длина одного комплекта составляет примерно 30—35 м, так как при такой глубине колодца еще возможно надежно и удобно обеспечить работу ДТ (подъем перетяжкой основного снаряжения). Доля отвесов, имеющих глубину до 35 м в Евразии (по известным полостям), составляет 75% от числа всех колодцев. На остальных 25% отвесов — «пропастей» ДТ неприменима.

Зарубежная ДТ (именуемая техникой шнура), развивающаяся с начала 60-х годов, к настоящему времени достигла определенного совершенства [9] и получила высокую оценку у советских спелеотуристов. Известны спортивные прохождения глубочайших пещер Европы (Берже, Хохлекен-Гроссхелле) с использованием этой техники. Например, прохождение пропасти Берже (до — 1122 м) в 1975 г. двумя французскими спелеотуристами Ж. Бланком и П. Пенесом заняло 23 ч, причем на первых колодцах веревки не снимались. Использовалась 57 м веревка и 800 м трехмиллиметрового шнура, весивших 15 кг. Впоследствии П. Пенес улучшил это время до 19 ч, совершив сольное прохождение Берже с 43 м веревкой и 800 м шнура. Весь его груз весил 17 кг. Примечательно, что даже сами авторы «рекордов» — опытные спелеотуристы — отмечают небезопасность таких прохождений.

При использовании ДТ группе из шести человек необходимо иметь два рабочих комплекта ДТ (для ускорения прохождения) и третий комплект — запасной, на случай выхода из строя одного из рабочих комплектов.

* При использовании лестниц количество снаряжения может увеличиваться до трехкратной величины.

По типам применяемого в качестве линейных опор основного снаряжения спелеотехника подразделяется на: лестнично-веревочную (ЛВТ); веревочную (ВТ); тросо-веревочную (ТВТ).

Тактико-техническая характеристика навесок приведена в табл. 7.

Таблица 7

Параметры навески	Вид навески*		
	ЛВТ	ВТ	ТВТ
Вес 100 м навески, кг	22,5	15	13,5
Объем 100 м навески, м ³ /мешки	0,1/3 ÷ 4	0,05/2	0,03/1
Разрывное усилие элемента для подъема, кг	300 ÷ 500	2000	1000 ÷ 1100
Прочность на истирание (количество подъемов)**	100	2 ÷ 10	100

* Веревка диаметром 10 мм, мокрая; трос типа «канат» 3,8-Г-В-ЖС-МК-Н-220» ГОСТ 7681-66.

** Количество подъемов, после которого линейная опора изнашивается на 50%.

Сравнение габаритно-весовых характеристик троса и веревки показывает, что по отношению к сухой веревке диаметром 10 мм трос диаметром 3,8 ÷ 4,0 мм выигрывает в весе, а диаметром 4,0 ÷ 4,2 мм немного уступает. По отношению к мокрой веревке трос любого из указанных диаметров значительно выигрывает в весе. Объем троса меньше веревки в 3—4 раза при равных их длинах. Капроновая веревка имеет наибольшие прочностные свойства (1000—2000 кг), но наименее устойчивую характеристику (до 2—10 подъемов до 50% истирания тягового органа). Поэтому при использовании статической ВТ (СВТ) в верхних частях пещер, посещаемых в период экспедиции большим количеством спелеотуристов, требуется постоянный контроль за качеством навески и частая ее замена. Попытки спасти СВТ при работе в высокогорных пещерах путем осуществления «идеальной» навески с помощью выноса точек опоры из устья колодца, обработки уступов, подкладывания и привязывания полос линолеума, комбинации лестницы (в верхней части колодца) и веревки резко усложняют работу и, уменьшая частично истираемость веревок, увеличивают аварийную опасность в связи со сложностью «форсирования» этих искусственных препятствий, устанавливаемых дополнительно к тем, которые требуются для обноса водяных потоков. В результате для большей части рядовых участников маршрут оказывается труднопроходимым.

Для реализации в пещере режима жизнедеятельности, подчиненного циркадному ритму, в сложной пещере необходимо

применять систему ПБЛ и ППЛ. Систему ППЛ рекомендуется применять при медленном освоении одной — двумя группами вертикальных полостей глубиной 2—3 P или при планировании завершения освоения пещеры на указанный участок. В последнем случае верхние участки пещеры нужно оборудовать ПБЛ. Первый ПБЛ целесообразно разворачивать на расстоянии $2P$ от входа в пещеру, следующий — $4P$ и т. д. Между ними и на расстоянии $1P$ от поверхности следует устанавливать пункты питания.

ВЫБОР ТАКТИЧЕСКОГО ВАРИАНТА ПРОХОЖДЕНИЯ ПЕЩЕРЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СНАРЯЖЕНИЯ

Тактику прохождения пещер можно классифицировать по трем вариантам: поэтапный; последовательно-непрерывный (линейный); смешанный.

При поэтапном освоении пещеры все работы (навеска, транспортировка грузов, научные исследования) следует проводить путем последовательных выходов с поверхности ряда групп, и каждая из последующих спускается глубже предыдущей на величину не более $1P$. При этом незагруженная группа за одну рабочую смену по оборудованной пещере может пройти 2—3 P , совершая «прострел» до места работы.

В этом варианте удельная нагрузка (физическая, психологическая) на участника относительно невелика. При такой тактике все последующие (научные) группы совершают спуск по пещере, оборудованной развернутыми пунктами питания и подземными лагерями. В основу поэтапного варианта положена сравнительно небольшая (оптимальная) начальная загрузка участников (10—15 кг/чел). Поэтому наиболее целесообразно применять этот вариант на участках с высокой удельной плотностью естественных препятствий, там, где и без дополнительной нагрузки спелеотурист совершает большую работу и затрачивает много энергии, и где нагрузка на одного участника при расчете по последовательно-непрерывному варианту около 50—60 кг.

В первую очередь это входные участки вертикальных пещер средне-высокогорья — узкие, с большим количеством льда, снега, холодной водой и высоким коэффициентом вертикальности. Протяженность (глубина) этих участков достигает 0,5—1 P и определяется амплитудой тектонических поднятий массива, составляющих для средне-высокогорья 150—350 м. В глубине пещеры для прохождения протяженных (более 50 м) узких меандров, завалов и пропастей также требуется поэтапный подход. При сильном обводнении вертикальной полости (более 30—50 л/с) прохождение представляет собой серию попыток по преодолению очередного препятствия, и в этом смысле всегда поэтапных.

Наиболее всего поэтапное движение соответствует характеру работы, выполняемой при первопрохождении, так как возникающие при этом повышенные психологические нагрузки накла-

дываются на организм спелеотуриста дробными порциями и перемежаются их релаксацией (в период отдыха). Основное достоинство данного варианта — обеспечение максимальной скорости обследования (освоения) пещеры. Основной недостаток — невозможность обеспечить 100% загруженность спускающихся в пещеру спелеотуристов.

При поэтапном движении можно достичь минимального времени работы в пещере, определяемого по формуле:

$$\tau_{\min} = 2 \cdot n \text{ (сут.)},$$

где n — число P в пещере.

Для определения минимального времени работы при расчетном значении $P = 300$ м можно использовать график 1 на рис. 14. Для этого повременный график штурма должен плани-

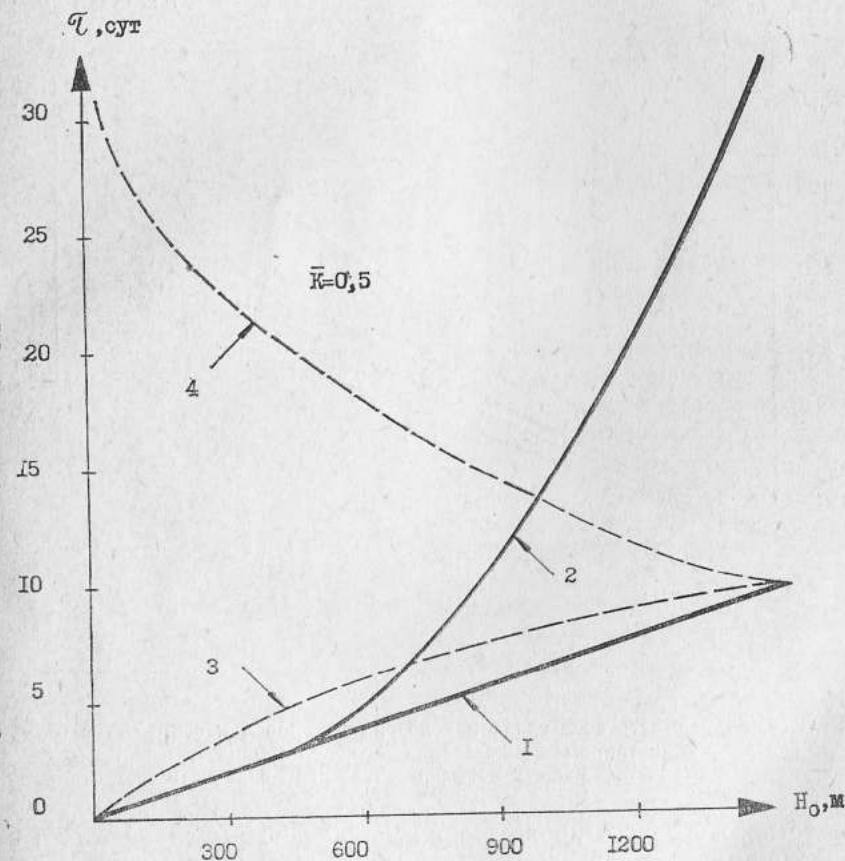


Рис. 14. Время подземной работы при поэтапном (1) и линейно-непрерывном (2) вариантах; временной график спуска (3) и подъема (4) при линейно-непрерывном варианте

роваться таким образом, чтобы каждую рабочую смену обеспечить продвижением вглубь пещеры (и обратно) на 1Р. При этом выше фронта освоения пещеры планируется сложная работа многозвенного аппарата вспомогательных групп по обеспечению непрерывных действий штурмового (передового) отряда. При этом количество человеко-выходов следует определять из отношения веса груза, необходимого на оборудование и прохождение пещеры к норме загрузки.

На рис. 15 приведены зависимости веса груза и количества человеко-выходов от глубины пещеры. Как видно, для освоения пещеры глубиной 1500 м с использованием СТБТ-СВТ необходимо совершить 30 человеко-выходов в пещеру. Из повременного

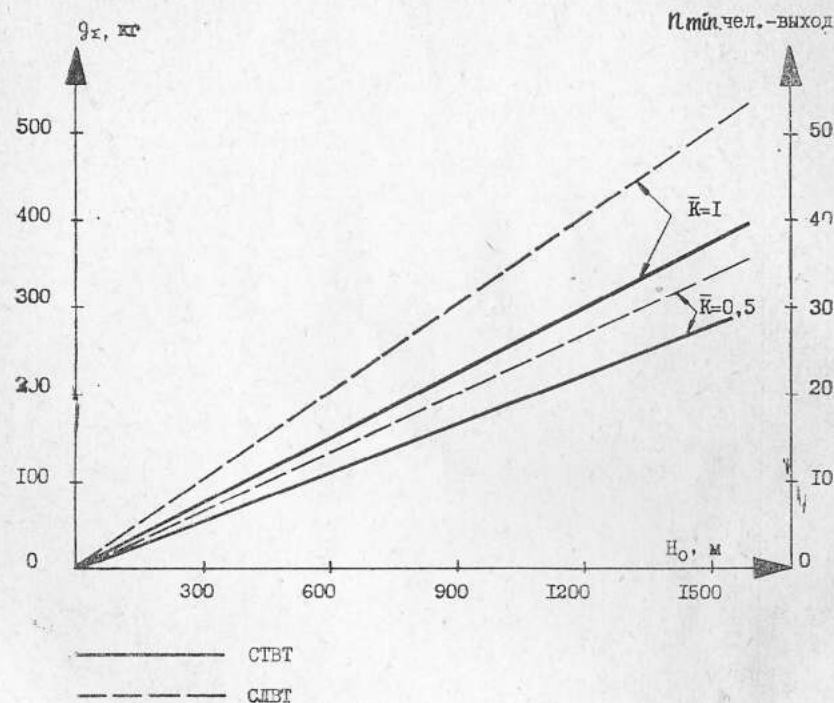


Рис. 15. Зависимость веса груза и человеко-выходов в пещеру от ее глубины при поэтапном прохождении с использованием СТБТ, и СЛБТ при разных коэффициентах вертикальности

расчетного графика прохождения такой пещеры следует, что в пещере должно работать пять групп по шесть человек, соблюдающие следующие условия:

12-часовой рабочий день при 24-часовой продолжительности суток;

жесткое выполнение регламента движения рабочих групп в пещере;

необходимость развитой сети подземной и наземной служб профилактики несчастных случаев и обеспечения безопасности.

Основная работа ложится на группу, спускающуюся на всю глубину пещеры. Требование исключения возможности пересечения групп в ПБЛ удлинит фактическое суммарное время штурма примерно вдвое. Полезная работа по оборудованию и обследованию пещеры выполняется группами пропорционально времени пребывания в пещере. Основные показатели работы групп приведены в табл. 8.

Таблица 8

Номер группы	Глубина спуска, Р	Количество подземных ночевок (суток)	Количество суток, свободных от работ по прохождению пещеры
1	1—2	1	7
2	5	7	1
3	4	6	3
4	3	4	5
5	2—1	1	7

При использовании поэтапного варианта необходимо применять статическую ЛВТ или ТВТ и ограниченно (на нижних горизонтах) — СВТ.

При последовательно-непрерывном варианте освоения пещеры («турпоход») планируется линейное продвижение одной группы по пещере с одним грузовым местом на человека, с остановками на ночлег в ППЛ через 10—12 ч движения.

Преимущество данного варианта — уменьшение трудозатрат ввиду отсутствия «порожных рейсов» группы, возможность прохождения пещеры группой в количестве шести человек, исключение накладок от взаимодействия с другими группами.

К недостаткам следует отнести малый темп движения в начале и конце похода (когда загрузка группы максимальна), жесткие требования к основному и бивачному снаряжению с точки зрения габаритно-весовых характеристик и удобства пользования, высокая физическая и моральная нагрузка на одного участника.

СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ

С целью успешной подземной работы по преодолению различных препятствий и выполнению заданий группа должна четко представлять свои потенциальные ресурсы, вероятность развития гипотермии в данной полости и предстоящие трудозатраты. Спелеотуристская группа в сложной пещере представляет само-

стоятельную тактическую единицу, которая в зависимости от конкретной обстановки может выполнять любую работу как по решению поставленных задач, так и по жизнеобеспечению членов группы на маршруте и в период непредвиденной ситуации, например, паводка или зависания на колодцах по той или иной причине.

Минимальное количество человек в группе — четыре. Обусловлено это прежде всего тем, что во время путешествия группа, в случае необходимости, должна своими силами организовать транспортировку заболевшего или пострадавшего товарища до поверхности или, не прерывая оказания помощи, направить часть спелеотуристов (не менее двух человек) на поверхность с сообщением о необходимости оказания квалифицированной помощи. Нарушение этого правила в случае серьезного заболевания или травматизма даже одного из членов группы приводит к созданию аварийной ситуации, связанной с невозможностью быстрой транспортировки (особенно на горизонтально-наклонных участках пещер) [7].

Наиболее оптимальной в плане самообеспечения и объема выполненных работ является шестерка, состоящая оперативно из двух троек или трех двоек, расходящихся в пещере при преодолении сложных участков не далее звуковой связи и входящих в непосредственный контакт с предыдущим и последующим. Основная сила подземной группы в монолитности и слаженности. Группа, путешествующая под землей, должна иметь комплект жизнеобеспечения (самоспас), рассчитанный на непредвиденную остановку до одних суток, ППЛ либо ПБЛ, телефонные аппараты и запасное снаряжение.

Во время спелеопутешествия группа из шести человек может решать следующие задачи:

навеска снаряжения и организация связи и базовых лагерей на отрезке 1—3 P до 600—300 м по вертикали;

заброска снаряжения (по 50—70 кг на участника) на глубину 0,5 P (до 200—300 м) или на глубину P (до 300—400 м) (20—30 кг на участника);

вынос снаряжения и оборудования с участка пещеры глубиной 0,5 P — 1,5 P (200—400 м);

топосъемка полости глубиной 1—3 P по навешенному снаряжению с последующим его выносом с глубины 1—2 P .

Для успешного выполнения задач необходима не только высокая индивидуальная физическая и техническая готовность участников, но и оптимальное чередование работы и отдыха, охлаждения и разогрева согласно почасовому графику, приведенному ранее, а также выдерживание оптимального темпа движения по пещере с коэффициентом вертикальности 0,5—0,7 группы из шести человек без учета перерывов, приведенного в табл. 9.

№ пп.	Проводимая работа	Темп движения, м/ч
1	Спуск по СТ-ДТ без груза по оборудованным отвесам (колодцам и уступам)	60—120
2	Спуск с навеской и телефоном по отвесам на глубину 150—250 м (без выносов)	60—80
3	То же + ППЛ (ПБЛ)	30—50
4	То же + навеска и связь на 150—250 м отвесов (турпоход на 2 P)	15—25
5	Организация перил и выносов на колодцах	5
6	Подъем по отвесам на СТ-ДТ без груза	60—120
7	Подъем с концентрированным грузом (в объеме навески и связи участка 150—250 м + ПБЛ)	15—25
8	То же + выемка снаряжения с участка 150—250 м	5—15
9	Прохождение меандра	100—200
10	То же с грузом 15—25 кг	50—100
11	То же с грузом 25—40 кг	15—25
12	Научное обследование пещеры	25—35
13	Прохождение узости	15—30

Для правильного подбора темпа движения при заданной загруженности нужно пользоваться соотношением мощности выполняемой работы и энерговыделений организма. Для поддержания наиболее экономичного аэробного режима движения интенсивность (мощность) выполняемой работы должна находиться в пределах 150 кг·м/чел. При прохождении участков в анаэробном режиме (узости, опасные и неудобные места и т. п.) эта величина достигает 500—1000 кг м/чел. и более. Подбирать темп движения по заданной нагрузке (или наоборот) следует по графику, изображенному на рис. 16.

Оптимального темпа группа достигает, приближаясь к дну пещеры на 10-й день спуска (см. рис. 14), когда при поэтапном режиме заканчивается штурм пещеры. Вынос снаряжения происходит почти вдвое медленнее навески и продолжается 23 дня. Вся работа продолжается 33 дня. При сопоставлении времени работы по двум вариантам (см. рис. 14, 1 и 2) обнаруживается, что при линейном варианте проигрыш во времени незначителен, при $H_0 < 2 P$.

Из вышесказанного следует, что линейным вариантом лучше пользоваться при работе на конечном отрезке пещеры глубиной 2—2,5 P — (600—750 м при $P=300$ м). В глубоких пещерах наиболее целесообразным оказывается **смешанный вариант**. Это заброска грузов в ПБЛ на глубину 2 P поэтапным методом и дальнейшая работа в линейном варианте одной, максимум двумя* группами со следующим распределением обязанностей в последнем случае: группа 1 — навеска снаряжения от глубины 2 P ,

* Увеличение числа групп обусловлено обычно не всегда верным желанием спустить на дно всех участников путешествия.

заброска и установка лагерей, свободный выход наверх с научной работой. Группа 2 — научная работа (на спуске) и вынос снаряжения до уровня действия однодневных групп. Вариант с двумя глубинными группами на 30% увеличивает срок работы в пещере, зато обеспечен на случай аварии квалифицированным

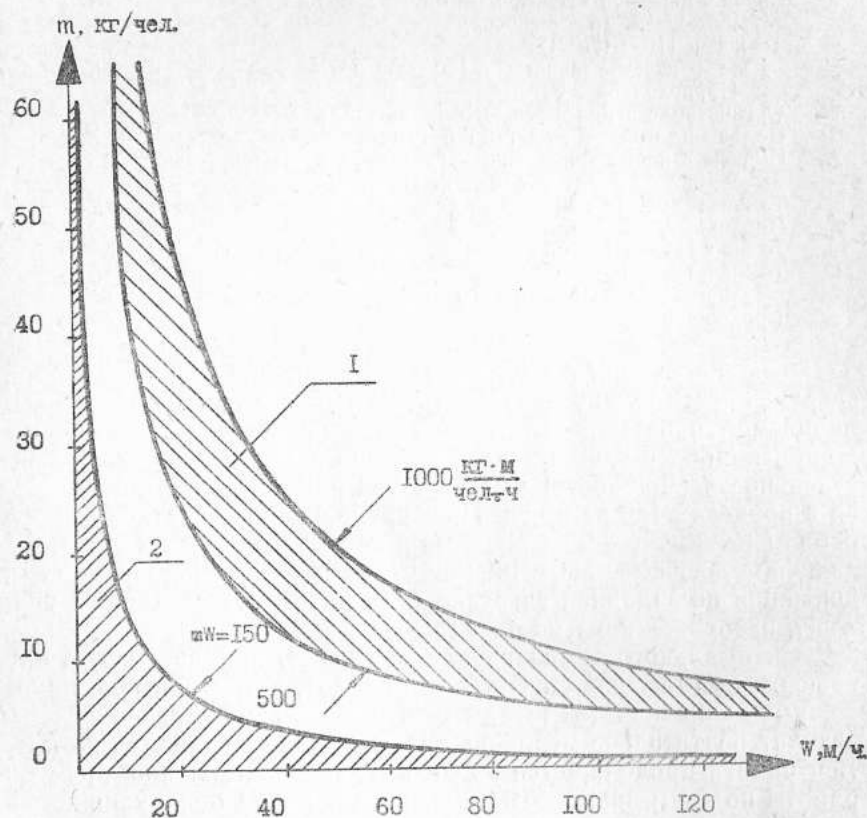


Рис. 16. Зависимость интенсивности движения спелеотуриста от скорости движения (W) и загрузки (m). 1 — анаэробный режим; 2 — аэробный режим.

спасотрядом и является единственно целесообразным в самостоятельной экспедиции в отдаленном районе. Вариант «турпохода» для одной группы приемлем лишь при наличии в районе квалифицированного спасательного отряда (как это бывает, например, на хр. Алек). К этому случаю и применены требования МКК по численности спелеотуристских групп.

Расчеты по смешанному варианту рекомендуется производить с помощью вспомогательных графиков учета зависимости трудозатрат на освоение пещеры от текущей глубины спуска при поэтапном и линейном вариантах (рис. 17 и 18). Для этого к от-

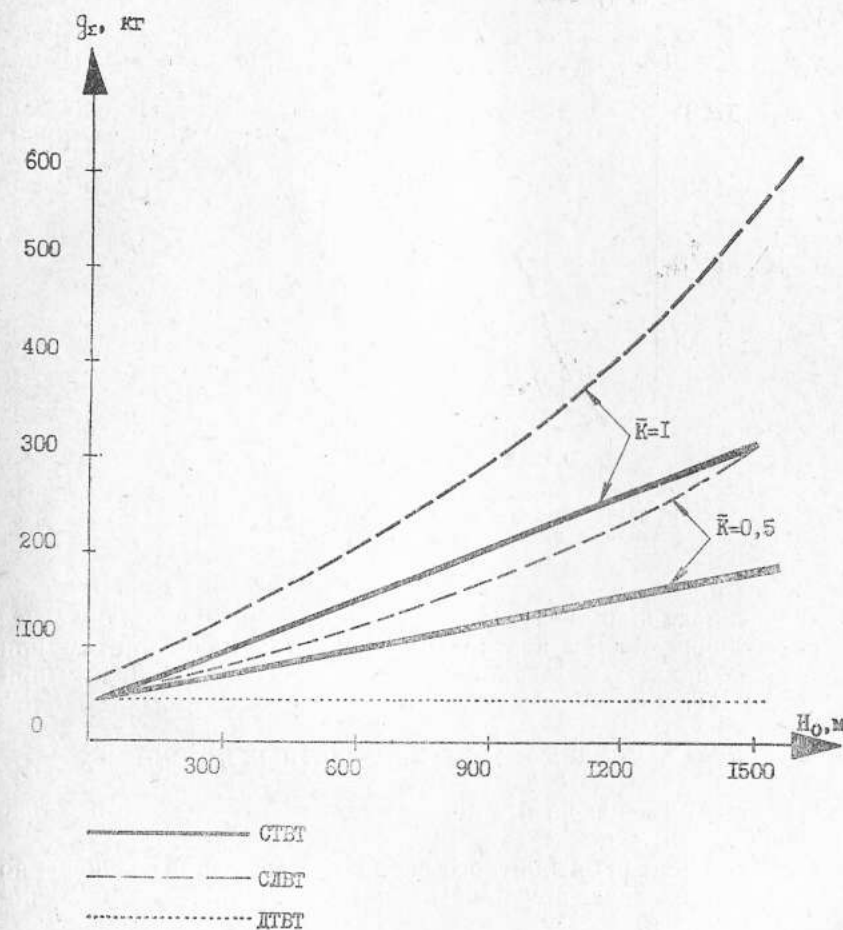


Рис. 17. Зависимость веса груза от глубины пещеры при линейном прохождении пещеры с использованием СТБТ, СЛБТ и ДТБТ при разных коэффициентах вертикальности

резку кривой трудозатрат поэтапного варианта прохождения пещеры глубиной H_0 на глубине 1—2Р пристраивается отрезок кривой линейного прохождения пещеры на оставшуюся глуби-

ну* (рис. 19). Наибольший выигрыш в трудозатратах (при незначительном проигрыше во времени) дает смешанный вариант штурма пещеры глубиной 5Р (1500 м), особенно при использовании ДТ (при этом суммарные затраты приближаются к таковым

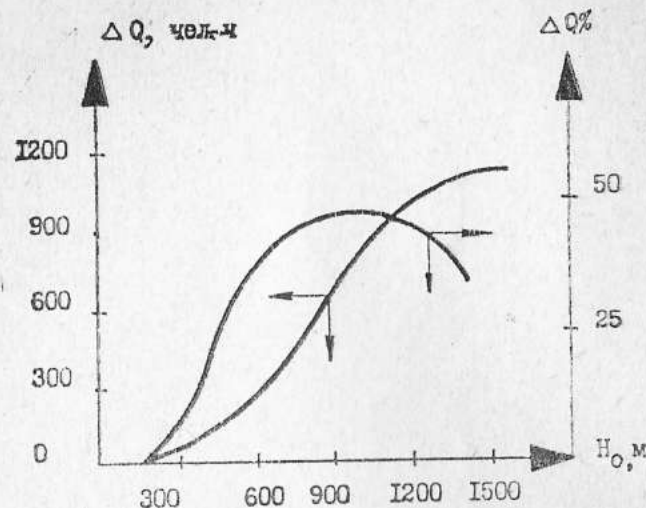


Рис. 18. Экономия трудозатрат (чел./ч, %) при использовании вместо поэтапного линейно-непрерывного варианта

для линейного варианта). При спуске в пещеры глубиной менее 2 Р различия между поэтапным и линейным вариантом при использовании СТ невелики, но становятся существенными при работе с ДТ.

ТАКТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ НЕИЗВЕСТНЫХ ПОЛОСТЕЙ

К штурму неизвестных пещер следует готовиться в несколько этапов, а именно:

1. Определение вероятного характера (профиля) пещеры по геоморфологическим признакам местности и анализу поверхностной гидросети.

2. Исследование новой полости до глубины 1 Р, сопоставление подземного и поверхностного ландшафтов и принятие рабочей гипотезы относительно дальнейшего развития полости. Предположив, что исследуемая полость является одной из ветвей де-

* При первопрохождении, как указывалось выше, освоение пещеры на всю глубину происходит преимущественно поэтапным методом. Причем на прохождение новых участков пещеры идет другая группа, не затрудняемая транспортировкой снаряжения.

рева подземной гидросети, нужно, изучив информацию, полученную на отрезке 1 Р, представить дальнейшее развитие полости до вероятной дрены. При этом окрашивание пещерных водотоков неглубоко от поверхности может не только не выявить истинной дрены, но и дезинформировать исследователей, поскольку частичное рассеяние потока может вызвать выход части красителя в не основную, в том числе древнюю дрену.

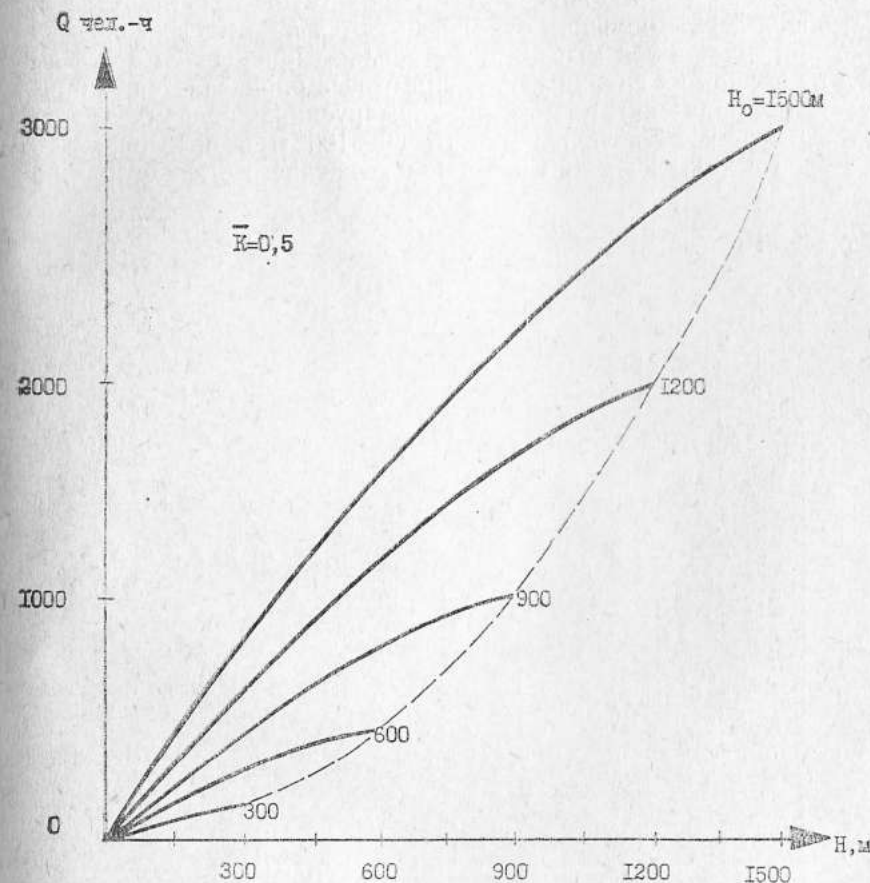


Рис. 19. Зависимость трудозатрат от глубины (H) спуска в пещеру при поэтапном движении со СТБТ для пещер разной глубины

3. Поэтапное прохождение новых участков полости на 0,5 Р — 1 Р. В зависимости от обстоятельств в неизвестной части возможна работа как одной группы (в линейном режиме), так и двух — четырех параллельных групп, а также организация двухсменной работы. Темп передвижения при первопроходе-

нии рекомендуется планировать почти вдвое меньший, чем при движении по известной пещере.

При первопрохождении глубоких полостей важно правильно представить вероятный профиль пещеры, соотношение горизонтальных и вертикальных участков и, особенно, наличие колодцев-пропастей глубиной более 50—100 м. Статистическая обработка известных крупных полостей СССР и Западной Европы показывает, что 75% всех вертикалей имеет глубину 0—35 м. Оставшиеся 25% больших отвесов имеются практически во всех пещерах глубже 300 м и на них в среднем приходится от 20 до 50% от полной их глубины. Глубина отвеса определяется амплитудой тектонических поднятий, формирующих подземные этажи в пещерах, и увеличивается от 50—100 м в предгорьях до 150—200 и даже 300—400 м в районах среднего высокогорья со

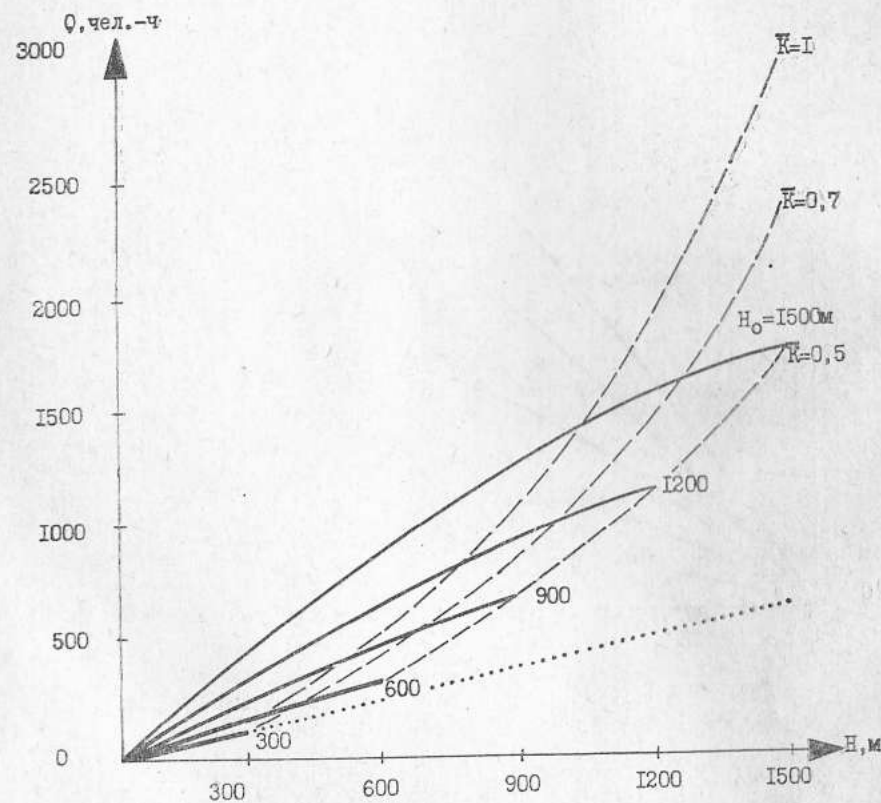


Рис. 20. Зависимость трудозатрат от глубины H спуска в пещеру при линейном продвижении со СТБТ для пещер разной глубины. Внизу (.....) — то же, для ДТБТ; — — — огибающие трудозатрат при разных коэффициентах вертикальности для СТБТ

снеговым и ледниковым питанием. Для преодоления такого препятствия, обычно обводненного, требуется специальная (дополнительная) материальная и психическая подготовка.

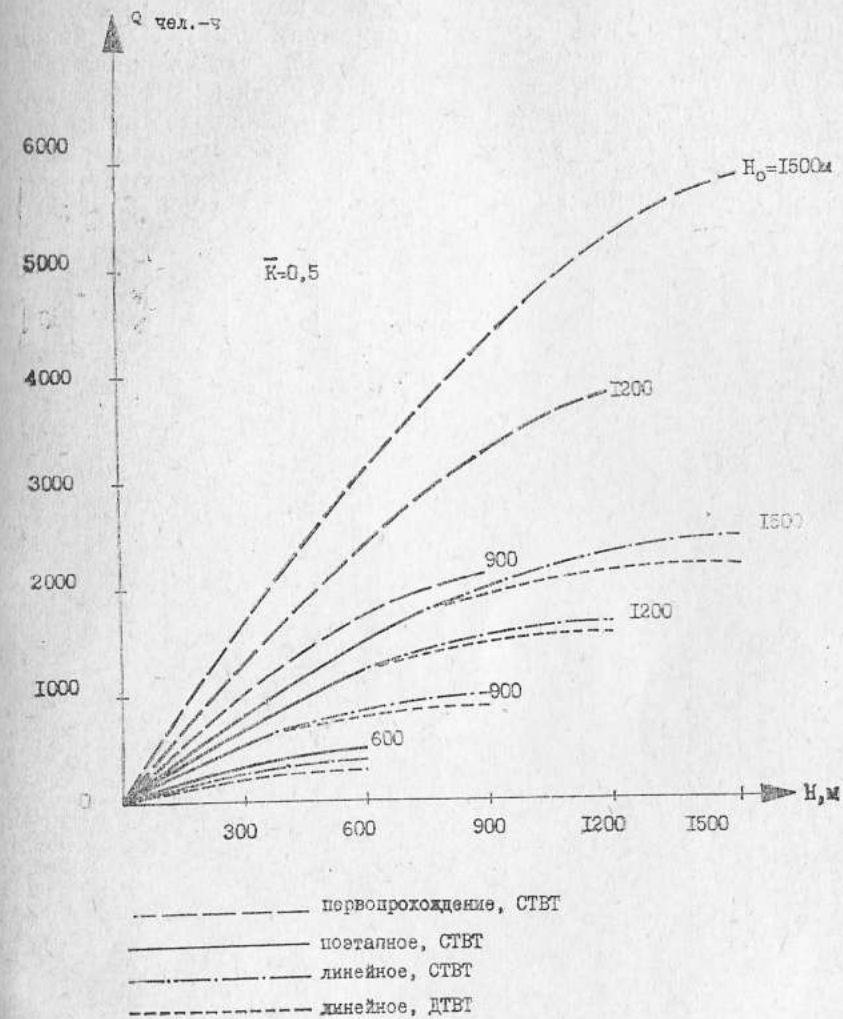


Рис. 21. Оптимальные зависимости трудозатрат (Q) от глубины (H) спуска в пещеру

Вес груза (рис. 20), необходимого для линейного прохождения пещеры с применением СТ примерно на 30% меньше, чем в случае поэтапного движения и в несколько раз (до 6 при $H_0 = 1500$ м, где H_0 — глубина пещеры) меньше при использовании ДТ. Трудозатраты на освоение пещеры по линейному варианту при $H_0 > 1 P$ меньше, чем по поэтапному (рис. 21). Наибольшая относительная экономия трудозатрат наблюдается при $H_0 = 3 P$ (900 м). При дальнейшем увеличении глубины наступает перегрузка участников линейного варианта и снижение темпов движения. В результате разница в трудозатратах между вариантами начинает уменьшаться. В табл. 10 приведены расчетные P группы при линейном спуске на дно пещеры глубиной 1500 м.

Таблица 10

Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , м	75	80	90	100	120	150	175	225	250	300

ПРИМЕРНЫЙ РАСЧЕТ СНАРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ УЧАСТКА ПЕЩЕРЫ ГЛУБИНОЙ 1 P В ТЕЧЕНИЕ ОДНИХ СУТОК (ОДНОЙ РАБОЧЕЙ СМЕНЫ)

Вводные указания:

при глубине колодцев до 35 м желательно применение ДТ;
при глубине колодца менее 20 м можно использовать ВТ;
при глубине колодца более 20 м применять ТВТ (трос и веревка);
на колодцах более 35 м — статическая навеска, трос и две веревки диаметром 12 мм (одна запасная);

шлямбурные крючья подбирать из минимального расчета 1,5—2 шт. на одно препятствие. При планировании обносов воды и перил добавлять по одному крюку на 3 м перильного хода;

карабинов — 2 шт. на препятствие;

молотков — 3 шт. на группу.

Все снаряжение нужно упаковывать в мешки:

спецснаряжение — 2 меш. $\times$ 7 кг;

основное снаряжение на глубину отвесов 150—250 м 1,5÷2,5 меш. $\times$ 15 кг;

телефонная связь — 1 меш. $\times$ 5 кг;

ППЛ-ПБЛ — 2—4 меш. $\times$ 15—25 кг;

продукты — 1 меш. $\times$ 5 кг.

Итого 7,5÷10,5 меш. $\times$ 13 кг (96÷132 кг) или по 16÷22 кг/чел.

Два человека производят навеску и транспортировку снаряжения (4 меш., 50 кг); два человека осуществляют транспортировку остальных грузов; два человека организуют телефонную связь и (в случае турпохода) — топоросъемку пещеры.

ПЕРЕЧЕНЬ КАТЕГОРИРОВАННЫХ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ СССР

по состоянию на 1 сентября 1981 г.

(со 2 «Б» к/с)

КАВКАЗ

2 «Б» к/с

Абрскила (З. К.)	2760/—	Пионерская (Б)	—/185*
Безымянная (Жога) (Б)	—/107*	Пкинская (Б)	50/ 90*
Бегемот (Ф)	40/175	Плакущая (Б)	—/140*
Богуминская (Б)	20/110*	Подснежник (Ф)	30/100*
Большой Приз (Ф)	127/115*	Радужная (Б)	—/136*
Бондаревская (С.—З. К.)	1031/ 37	Самчикна (З. К.)	2425/ 94*
Веселая (Б)	—/120*	Сибирская (А)	500/ 50
Воклюз Глубокий Яр (З. К.)	120/+30	С — 115 (Ар)	150/115
Глухая (Б)	—/130*	С — 120 (Ар)	150/120
Градовая (А)	180/120	С — 160 (Ар)	30/160
Девичья (А)	255/155	Ушолта (З. К.)	2250/ —
Динамо (З. К.)	2200/—	Филевская (Ф)	120/100*
Завтрашняя (А)	—/105	Химсуская (Б)	20/119*
Камнепадная (Б)	—/150	Холодная (З. К.)	330/68
Новая (Охачкуе) (З. К.)	100/105*	Чипширинская-1 (Б)	58/117*
НСЭ-81-110 (Б)	—/110*	Чипширинская-2 (Б)	115/140*
Н. Шакурская (З. К.)	1000/ —	Шацхоцринская (Б)	210/181
Отвесная (С. К.)	—/180*	ЦСС-75-55 (Ф)	140/110*
Пилугская (Б)	140/103*	ЦСС-75-57 (Ф)	115/155*

3 «А» к/с

Багьянская (Б)	162/210*	Не в коня корм (Б)	—/156*
Белорусская (Б)	125/220*	Поисковая (А)	50/180
Величественная (А)	865/260	Суворовская (З. К.)	40/160*
Гигантов (А)	660/220	Ткибула-Дзеврула (З. К.)	600/280
Каньон (С.-З. К.)	500/150*	Турист (Ф)	—/180*
Карровая (Ар)	480/202	Университетская (С. К.)	2050/+266
Кунцевская (Ф)	220/180*	Федоровская (А)	110/196
Ленинградская (241) (Б)	1100/ 80	Черкесский водопад (Ар)	300/+100
Медвежья (А)	325/205		

3 «Б» к/с

Вахушти Багратиони (Ар)	95/267*	Студенческая (Б)	1000/340*
Воронцовская (А)	11720/300	Школьная (А)	1320/320
Географическая (А)	2700/310	Юбилейная (Ар)	540/240
(с прохождением сифона)		(до сифона)	
Ручейная (А)	1150/350		

4 «А» к/с

Ахтиарская (Ар)	600/410	Нежданная (А)	850/420
Гегская (Ар)	2100/+75*	Ноктюрн (Б)	1300/530*
Майская (С.-З. К.)	2700/510*	Октябрьская (А)	600/450

4 «Б» к/с

В. Пантюхина (Б)	392/620*	Осенняя-Назаровская (А)	4000/500
Заблудших (А)	840/470	Парящая Птица (Ф)	500/520
Куйбышевская (Ар)	485*	Сувенир (Б)	400/430*
Меженного (Б)	1500/570*	Юбилейная (Ар)	1000/252
		(с тремя сифонами)	

5 «А» к/с

Напра им. Ю. Зубени (Б) 450/970*

6 к/с

Снежная (Б) 12000/1320*

В скобках даны названия районов: А — хр. Алек, Ахцу и Воронцовский; Ар — Арабика; Б — Бзыбский хр.; З. К. — Западный Кавказ; С.-З. К. — Северо-Западный Кавказ; С. К. — Северный Кавказ; Ф — Фишт.

КРЫМ

2 «Б» к/с

Аверкиева (Д)	405/145	Курюч-Агач (К)	25/ 90
Бычья (Ч)	31/120	КЭ — 105 (А)	40/105
Вдовиченко (А)	5/142	КЭ — 105 (К)	—/105
Визовская (К)	5/126	КЭ — 109 (К)	—/109
Горшенниа (Ч)	52/124	КЭ — 126 (К)	—/126
Камнепадная (А)	40/105	Максимовича (А)	110/113
Кара-Мурза (К)	60/130	Мира (К)	240/135

Монастырь-Чокрак (К)	207/150	Сююрю-Кая (А)	20/100*
Надежда (А)	—/117	Телячья (К)	—/107*
Пастушья (А)	45/ 99	Узунджа (А)	1500/20
Профсоюзная (К)	10/150	Ухо Земли (Эчкидаг)	65/132
Резонансная (К)	20/105	Эмине-Баир-Коба (Ч)	800/150
Скельская (А)	570/ 80	Эмине-Баир-Хосар (Ч)	1460/135
Сотка (Ч)	16/102		

3 «А» к/с

Бездонная (Ч)	244/195	Молодежная (К)	20/260
Гвоздецкого (К)	25/191	Провал (Д)	1150/104
Грифон (с тремя сифонами) (Д)	400/ —*	Севастопольская (А)	5/196
Мархасар (Д)	570/ 95*	Ход Конем (Ч)	95/213
(с сифоном)			

3 «Б» к/с

Алешинна Вода (Д)	600/ —*	Дружба (К)	190/265*
(с пятью сифонами)			

4 «А» к/с

Каскадная (А)	445/400	Солдатская (К)	1700/500
(полное прохождение)			

4 «Б» к/с

Красная (в оба хода) (Д) 13100/135

В скобках даны названия районов: А — Ай-Петри, Д — Долгоруковская яйла, К — Караби, Ч — Чатырдаг.

ПОДОЛИЯ

2 «Б» к/с

Вертеба	7820/ 10	Млынки	18000/ 10
Кристалльная	22000/ 10		

3 «Б» к/с

Золушка 75000/ 20

4 «А» к/с

Озерная (Голубые Озера)	104800/20	Оптимистическая	147000/20
-------------------------	-----------	-----------------	-----------

СЕВЕР ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

2 «Б» к/с

Десятилетия ЛСС	2600/ —*	Кулогорская 1	1270/ —
Ераськина 1	1200/ —*	Кулогорская 4	2640/ —
Ераськина 2	1100/ —*	Понеретка	1400/ —

3 «А» к/с

Белореченская	4900/ —	Ленинградская	3400/ —
---------------	---------	---------------	---------

3 «Б» к/с

Конституционная	5700/ 25		
-----------------	----------	--	--

УРАЛ

2 «Б» к/с

Барсучья	340/ 54	Октябрьская	1523/ 98*
Б. Темировская	1200/ 74	Пропащая Яма	450/ 85
Камышахтинская	476/110	Сказка	1160/ 35
Каскадная	108/ 68*	Сухая Атя	2130/ 56*
Комсомольская	546/ 78	Урман-Тау	1500/ —*
Краснодарская	115/ 75	Хлебодаровская	3550/ 80
Кутукская 4	1500/150	Шемахинская 1	1610/ 8
Лунная	500/ 75*	Шемахинская 2	1550/ 40
Новомурадымовская	1500/ 55	Шумиха	1120/ 74

3 «А» к/с

Дивья	9086/ —	Кутукская 2	2050/110
Зигзаг	2500/110	(через сифоны)	
Кизеловская	7150/ —	Максимовича	1550/ 25
		Победы	6700/110*

3 «Б» к/с

Сумган-Кутук	8200/130
--------------	----------

АЛТАЙ

2 «Б» к/с

Геофизическая	500/130	Ингурек	250/32
---------------	---------	---------	--------

3 «Б» к/с

Алтайская	1000/240
-----------	----------

САЯНЫ

2 «Б» к/с

Аргараканская	2050/ 85	Грандиозная	—/143
Бородинская	1020/ 60		

3 «А» к/с

Баджейская	5500/170	Кубинская	1500/200
Б. Орешная	11000/155		

3 «Б» к/с

Баджейская (через сифон)	5500/170	Лысанская (с прохождением сифо- нов)	2500/+25
Б. Орешная (с сифоном)	11060/155		

4 «А» к/с

Торгашинская (полное прохождение)	1560/175
--------------------------------------	----------

КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ

2 «Б» к/с

Каляжинский провал	—/115	Саксырская	192/ 93*
--------------------	-------	------------	----------

3 «А» к/с

Памятная	1500/ —
----------	---------

ГОРНАЯ ШОРИЯ

2 «Б» к/с

Курусугская	2009/25*
-------------	----------

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

2 «Б» к/с

Абдужабарова	10/137	Крок	55/150
Агала-Тас	500/ 70	КТ-60	130/140
Боролдай 1	150/ 90	Олимпийская	20/160
Б. Цирка	1150/120	Сысунгенская	500/ 85*
Гаурдакская	7080/ 70	Хашим-Ойык	5600/170

3 «А» к/с

Ак-Сай 1	500/150	КТ-70	51/210*
Кап-Котан	9000/320*	Победная	1500/ 75
Кульская	40/220	Промежуточная	6000/100*

3 «Б» к/с

Кан-и-Гут	5000/100*	Уральская	200/350*
Улучурская	700/260		

5 «А» к/с

Киевская	1200/950
----------	----------

Примечания. 1. В числителе указана проективная длина, в знаменателе — глубина (амплитуда) полости в метрах.
2. Звездочкой отмечены полости, по которым приведены предварительные данные

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева Р. Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. М., «Легкая индустрия», 1977.
2. Илюхин В. В., Дублянский В. Н. Путешествия под землей. М., ФиС, 1968.
3. Лобанов Ю. Е. Уральские пещеры. Свердловск, Средне-Уральское кн. изд-во, 1979.
4. Методические рекомендации маршрутно-квалификационным комиссиям, руководителям и участникам спелеопутешествий по обеспечению безопасности. М., ЦРИБ «Турист», 1977.
5. Методические рекомендации по использованию спелеотуристского снаряжения. М., ЦРИБ «Турист», 1978.
6. Нагорный В. Э. Гимнастика для мозга. М., «Сов. Россия», 1977.
7. Памятка руководителю туристского путешествия по комплектованию туристских групп. М., ЦРИБ «Турист», 1978.
8. Селье Г. На уровне целого организма. М., «Наука», 1972.
9. Спелунка (Франция), 1979, № 2.
10. Яздовский В. И. Искусственная биосфера. М., «Наука», 1976.

СОДЕРЖАНИЕ

Организационные вопросы подготовки и проведения спелеопутешествий	3
Организация жизнеобеспечения спелеотуриста под землей	5
Проблема термической устойчивости организма в пещере	5
Тепловой баланс	6
Кратковременное интенсивное переохлаждение (холодный удар) и длительное охлаждение	8
Зависимость интенсивности переохлаждения от обводненности пещер	12
Влагообмен спелеотуриста с окружающей средой	15
Рекомендации по проектированию тепловой защиты спелеотуриста для работы во влажно-мокрой пещере	16
Способы жизнеобеспечения в пещере	18
Способы саморазогрева	23
Тактика исследования вертикальных обводненных полостей	26
Принципы рационального построения тактики	26
Определение радиуса действия группы в пещере	27
Варианты использования снаряжения для спуска и подъема	32
Выбор тактического варианта прохождения пещеры и использования снаряжения	34
Состав и численность рабочей группы	37
Тактика исследования неизвестных полостей	42
Приложения	47
Литература	52

Центральный совет по туризму и экскурсиям

Центральное рекламно-информационное бюро «Турист»

Москва — 1982

Рекомендации разработали: А. Ф. Рыжков, И. С. Новиков, В. Д. Фурман,

В. Э. Киселев

Редактор О. Г. Иксанова

Корректор Г. В. Протас

Техн. редактор Е. М. Сибилева

Л-82174 Подп. к печ. 19/1-82 г. Формат 60×90¹/₁₆ Усл. печ. л. 3,5
Уч.-изд. л. 2,85 Тираж 5000 экз. Зак. 1653 Изд. № КМ-3050 Бесплатно

Загорская типография Упрполиграфиздата Мособлисполкома