An underwater photograph of a cave interior. The scene is dimly lit, with a diver visible in the center, illuminated by a bright light source. The cave walls are rocky and textured, and the floor is covered in large, jagged rocks. The overall atmosphere is mysterious and dark.

# Пещеры

2016

Пермский государственный национальный исследовательский университет  
Естественнонаучный институт  
Горный институт Уральского отделения РАН  
Институт карстоведения и спелеологии Русского географического общества

# Пещеры

**Сборник научных трудов**

**Выпуск 39**

Пермь 2016

Perm State University  
Natural Sciences Institute  
Mining Institute of Ural Branch of Russian Academy of Sciences  
Karstology and Speleology Institute of Russian geographical Society

**PESHCHERY (CAVES)**  
**COLLECTION OF SCIENTIFIC TRANSACTIONS**  
**ISSUE 39**



Сборник основан в 1947 г. как «Спелеологический бюллетень»  
Естественнонаучного института Пермского государственного университета

Founded in 1947 as «Speleological Bulletin» of Natural Sciences Institute of Perm  
State University

Эмблема Института карстоведения и спелеологии разработана Горбуновой К.А. —  
ответственным редактором сборника «Пещеры» с 1979 по 1996 г.

The emblem of Karstology and Speleology Institute is developed by Gorbunova K.A. —  
the editor-in-chief of the collection of «Caves» with 1979 on 1996.

Perm 2016

П 78 **Пещеры:** сб. науч. тр. / Естественнонауч. ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та. — Пермь, 2016. — Вып. 39. — 192 с.  
ISBN 978–5–7944–1556–8  
ISBN 978–5–7944–27682–4 (вып. 39.)

Сборник содержит материалы по геологии, генезису, биотическим комплексам пещер, их охране. Даны рецензии на издания по карсту и спелеологии, библиография по карсту и пещерам за 2015 г.

Издание рекомендуется спелеологам, геологам, географам, экологам, биологам, а также тем, кто интересуется карстом и пещерами.

**УДК 551.44**  
**ББК 26.823**

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета Пермского государственного национального исследовательского университета

Peshchery (Caves): Collection of scientific transactions. — Perm, 2016 — Issue 39. — p.

In the issue materials on geology, genesis, biotic complexes of caves, their protection are resulted. Reviews of editions on a karst and speleology, the bibliography on a karst and caves for 2015 are given.

The edition is recommended to cave explorers, geologists, geographers, ecologists, biologists and also that who is interested in a karst and caves.

*Рецензенты:* д. геогр. наук **Н.Н. Назаров**; д. геол.-мин. наук **В.Н. Андрейчук**

#### **Редакционная коллегия**

Н. Г. Максимович — главный редактор (Естественнонаучный ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та, nmax@psu.ru), О. И. Кадебская — ученый секретарь редколлегии (Горный институт УрО РАН, icesave@bk.ru), П. Голубек (Музей охраны природы и спелеологии Словакии, holubek@smoraj.sk), Ю. А. Долотов (Русское общество спелестологических исследований, dolotov\_y@mail.ru), В. Н. Катаев (Перм. гос. нац. иссл. ун-т, kataev@psu.ru), А. Крайнич (Ин-т исследования карста Словении, Andrej.Kranjc@zrc-sazu.si), Д. Дж. Лое (Британская ассоциация исследования пещер, d.lowe@bcra.org.uk), Б. Р. Мавлюдов (Ин-т географии РАН, bulatrm@bk.ru), А. К. Жалов (Балканский спелеологический Союз, Европейская федерация спелеологии, azhalov@gmail.com)

Издание осуществлено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Пермского края и ООО «Природоохранные технологии», г. Пермь.

На лицевой стороне обложки — Ординская пещера, Сухой грот. Фотография А. Горбунова & О. Жигалова, на оборотной стороне — исследования Голубого озера (Церик-Кель) в Кабардино-Балкарии. Фотография предоставлена Центром подводных исследований Русского географического общества.

ISBN 978–5–7944–1556–8  
ISBN 978–5–7944–27682–4 (вып. 39)

© ЕНИ ПГНИУ, 2016  
© ГИ УрО РАН, 2016

2016 год ознаменовался несколькими юбилейными датами. 14 октября отмечалось 100-летие Пермского классического университета, где произошло становление школы карстоведения на Урале. Также, несмотря на официальный возраст в 85 лет, геологический факультет университета отметил 100-летие геологического образования, поскольку две его кафедры (минералогии и петрографии региональной и нефтегазовой геологии) являются ровесниками Первого на Урале. За годы работы факультет выпустил около 10000 специалистов, многие из которых занимаются вопросами исследования карста и пещер. В настоящем сборнике приводятся сведения о диссертационных работах по карсту и спелеологии, защищенных в пермском университете.

Свой 95-летний юбилей отметил Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, в котором в свое время и начал издаваться сборник «Пещеры», тогда он назывался «Спелеологический бюллетень Естественнонаучного института при Молотовском Государственном Университете им. М. Горького»

В 2016 г. состоялись несколько карстологических конференций. В апреле прошел Международный научный форум «Пещеры как объект истории и культуры» (Дивногорск, Воронеж, Россия) (<http://www.divnogor.ru/about/museum/nauka/konf/2016>); с 5 по 7 сентября состоялась Европейская карстовая конференция «Eurokarst-2016» (Швейцария-Франция-Испания) (<http://www.eurokarst.org>). Из интересных событий можно отметить комплексную научную экспедицию по изучению уникального карстового объекта — Голубого озера (Кабардино-Балкарская республика, Россия), организованную Центром подводных исследований Русского географического общества с 15 сентября по 15 октября, о которой более подробная информация размещена в настоящем сборнике.

В 2016 г. раздел «Библиотека по спелеологии и карсту» на странице сборника «Пещеры» (<http://nsi.psu.ru/cave>) пополнился новыми трудами, которые можно скачать в полнотекстовом варианте: «Ледяная пещера» (Максимович Г. А., Максимович Н. А.), «Свидетели прошлого (О чем рассказывают камни)» (Максимович Г. А., Максимович Н. А.), «На земле и под землей» (Максимович Г. А., Рубель Р. Б.), «Пещеры Урала» (Лобанов Ю. Е., Щепетов В. О., Илюхин В. В., Максимович Г. А., Костарев В. П.) — а также размещен хронологический указатель трудов Г. А. Максимовича, основателя сборника «Пещеры». Его работы переводятся в электронный вид, часть из которых уже доступна в полнотекстовом варианте на сайте сборника.

Следующий выпуск будет юбилейным в двух смыслах: 70 лет с начала издания и сороковой по счету. Будем рады вашим новым статьям, посвященным традиционным темам сборника, а также историческим очеркам и другим материалам.

**Н. Г. Максимович**

<sup>1</sup>С. А. Яйкаров, <sup>2</sup>Л. Ю. Кузьмина, <sup>3</sup>О. Я. Червяцова, <sup>4</sup>Р. Р. Гарафутдинов

<sup>1</sup>Спелеоклуб им. В. Насонова

<sup>2</sup>Уфимский институт биологии РАН

<sup>3</sup>ФГБУ Государственный Заповедник «Шульган-Таш»

<sup>4</sup>Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН

**ТРАССИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ВОДОТОКА «РУЧЕЙ ТЮТЮЛЕНА — ПЕЩЕРА КОШ — ГРИФОН ТАРАВАЛ» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

<sup>1</sup>S. A. Yaikrov, <sup>2</sup>L. Yu. Kuzmina, <sup>3</sup>O. Ya. Cherviatsova, <sup>4</sup>R. R. Garafutdinov

<sup>1</sup>Valeriy Nassonov speleological club; <sup>2</sup>Ufa Institute of Biology RAS; <sup>3</sup>Shulgan-Tash State Nature Reserve; <sup>4</sup>Institute of biochemistry and genetics of Ufa Research Center RAS

**TRACING OF UNDEGROUND WATER IN KARST SYSTEM «RIVER TJTJLINI — CAVE KOSH — TARAVAL SPRING» (SOUTH URAL)**

**Summary**

The paper contains the results of water-tracing experiment in underground karst system Tjtjlini river and Taraval spring. The experiment was conducted in June 2014. Hydrological connection between the cave Kosh (influent river flow point) and Taraval spring was confirmed. Approximate velocity of underground water flow (straight line) was 12.4 km/day.

Одной из основных задач карстологических исследований, имеющих большой прикладной аспект, является определение направлений и скоростей движения подземных карстовых вод [1]. Важным инструментом для решения этих задач являются индикаторные опыты: внос в подземную гидросистему тех или иных маркирующих веществ и регистрация их на выходе в зоне разгрузки. В качестве индикаторов различными исследователями использовались неорганические соли, вносящие в поток ионы, контрастирующие с фоновым химическим составом вод (хлориды, бромиды, йодиды, металлы), стабильные и радиоактивные изотопы, водорастворимые газы [13, 10]. Среди биотических индикаторов применялись колиформные бактерии, вирусы животных и бактериофаги [14], окрашенные

споры липокодий [12] и т.д. Наиболее широкое применение в гидрогеологической и карстологической практике получили индикаторы на основе флуоресцентных красителей: эозифина, флуорисцеина, пиранина, родамина, сульфородамина. Они являются анионными соединениями, менее подверженными абсорбции в глинах и аналогичных материалах, чем катионные соединения, безопасны в токсикологическом отношении, коммерчески доступны и могут быть обнаружены даже при очень низких концентрациях в потоке [11].

Целью данной работы была постановка индикаторного опыта на примере одной из типичных карстовых систем внешней зоны складчатости Южного Урала: подземного стока реки Тютюлена до его разгрузки в источнике Таравал.

**Район исследований**

Район исследований находится на западном макросклоне Южного Урала, в бассейне реки Белой. Он включает в себя соседние бассейны двух малых рек (левых притоков Белой) — Тютюлены и Таравала (рис. 1). Район представляет собой денудационное плато (миоценовый пенеплен) с высотами 450–500 м над уровнем моря, расчлененное современной эрозионной сетью.

Глубина современных врезов долин составляет около 80–100 м, перепад высот от верховий до реки Белой 120–130 м.

Район находится в зоне умеренно холодного влажного континентального климата [5]. Территория получает достаточное увлажнение: средняя годовая сумма осадков составляет 500–600 мм, средняя величина испарения — около 51%. Долины рек и водоразделы покрыты густой лесной растительностью: в верховьях преобладают светлохвойные насаждения, сменяющиеся к низу широколиственным смешанными лесами.

Территория расположена в пределах палеозойского обрамления Башкирского мегантиклинория. В южной части залегают породы зилаирской свиты (D<sub>3</sub>-C<sub>1z</sub>l), представляющие собой ритмичное переслаивание граувакковых песчаников, алевролитов и черных аргиллитов. В северной части на поверхность выходят карбонатные породы: органогенно-обломочные, пелитоморфные известняки нижнего девона (D<sub>1</sub>). На водоразделах известняки покрыты чехлом рыхлых четвертичных осадков мощностью до 20–30 м, в нижней части бассейнов они обнажаются. Здесь развиты карстовые процессы, распространены подземные и поверхностные формы карста (пещеры, воронки, котловины, суходолы, каньоны, останцы). В этом районе к настоящему времени известно 16 пещер (рис. 1). Согласно карстово-спелеологическому районированию Республики Башкортостан, район относится к Центрально-Южноуральской спелеологической провинции, Прибельскому району, Канна-Иргизлинскому подрайону [8].

Речка Тютюлена берет начало в 4 км к юго-западу от урочища Тютюлена (рис. 1). В верхнем и среднем течении (5,5 км от истока) она протекает по некарстующимся терригенным породам зилаирской свиты (D<sub>3</sub>-C<sub>1z</sub>l) в линейно вытянутой корытообразной долине с развитой овражно-балочной сетью. На

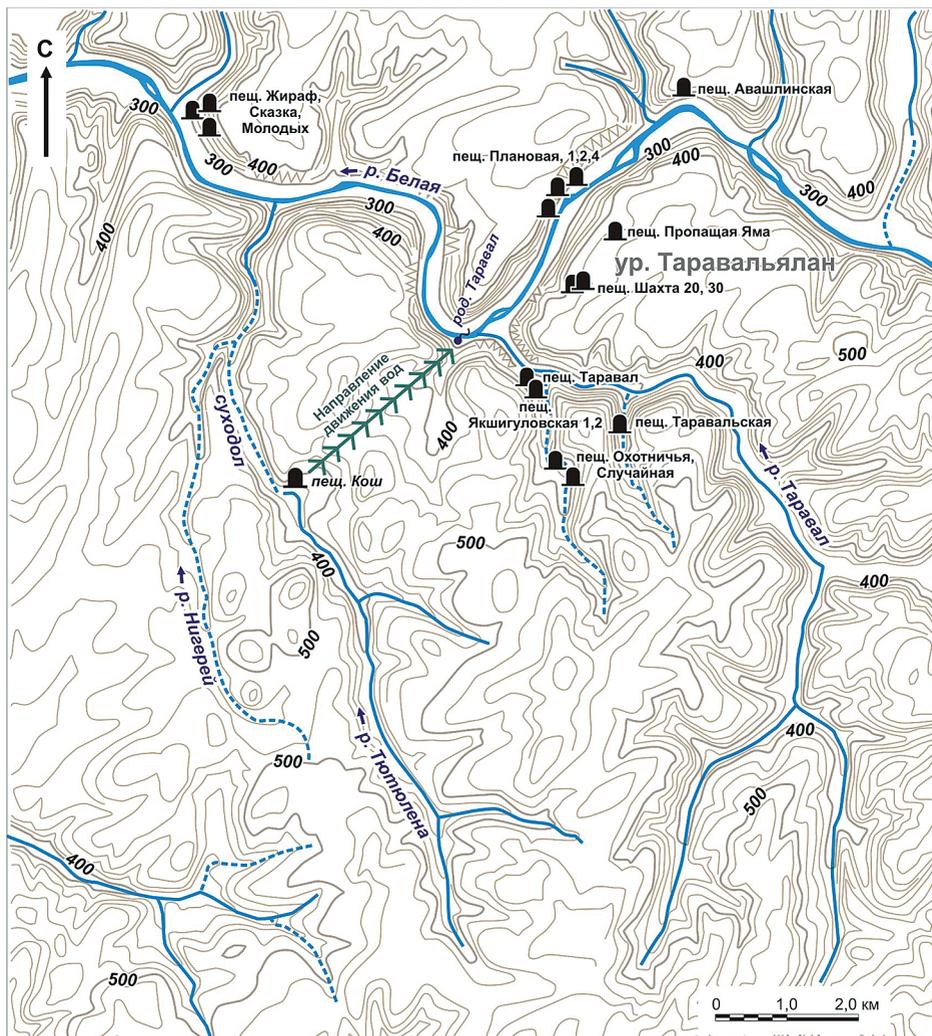


Рис. 1. Схема района в окрестностях реки Тютюлена и пещеры Кош — грифон Таравал

контакте с карстующимися породами, в 4,3 км от р. Белой, долина расширяется и замыкается на карстовой воронке диаметром около 80 м с понором на северном борту (входом в пещеру Кош), поглощающим весь меженевый сток реки Тютюлена. Понор расположен рядом с бывшей фермой Акма, в 8 км от деревни Иргизлы.

Ниже понора Кош долина реки Тютюлена представляет собой суходол с развитыми поверхностными карстовыми формами (воронками просасывания), который ниже переходит в каньон с вертикальными стенами высотой до 100 м.

В ноябре 2013 г. и в июне 2014 г. спелеологи из спелеоклуба им. В. Насонова и научные сотрудники заповедника «Шульган-Таш» исследовали карстовый участок и пещеру Кош (понор Тютюлена; рис. 2). По пещере протекает водоток, который уходит в сифон в дальнейшей части. Расход ручья Тютюлена в поноре пещеры составлял осенью 10 л/с (1 ноября 2013 г.), летом — 5 л/с (13 июня 2014 г.). В весеннее половодье подземные каналы не справляются с поглощением — воронка переполняется и вода течет по суходолу. Об этом свидетельствуют следы размыва грунта в сторону суходола, а также внешний вид подлеска, который располагается в верхнем течении ручья.

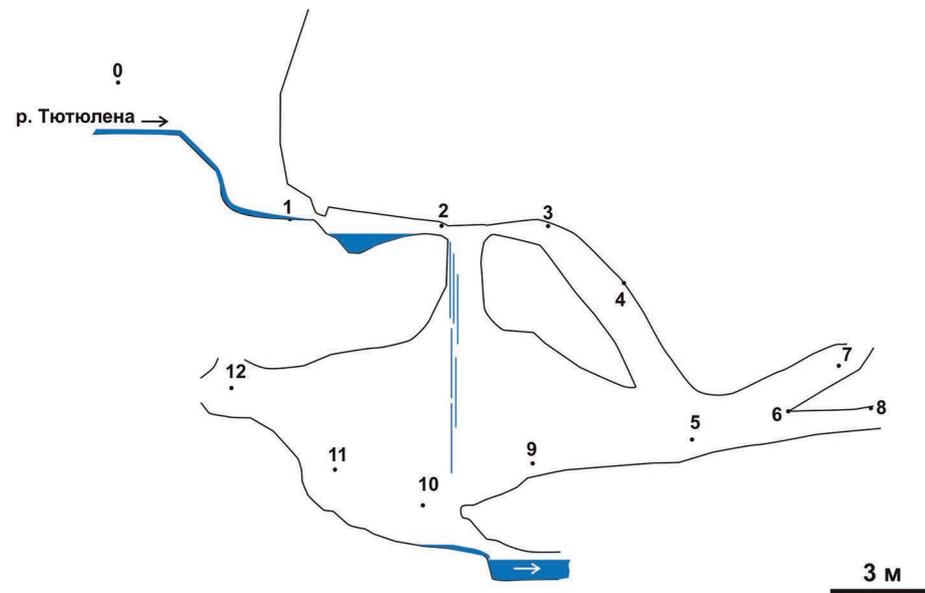


Рис. 2. Разрез-развертка пещеры Кош (СКН 13-1). Длина 92 м, амплитуда 15 м (полуинструментальная съемка: А. Д. Анисимов, А. М. Баширов, О. Е. Крехов, С. А. Яйкаров; составитель: С. А. Яйкаров; 01.11.2013)

Карстовый источник Таравал расположен на левом берегу реки Белой, примерно в 500 м ниже по течению от устья речки Таравал, на высоте около 7–8 м от меженного уреза. Летом 2014 г. (13 июня) дебит источника оставял около 10–15 л/с. Прямое расстояние от пещеры-понора Кош до источника составляет 3,4 км (рис. 1).

Пещера Кош и источник Таравал известны местным жителям давно. Имеются сведения, что на рубеже 20–30-х годов прошлого столетия житель хутора Тютюлени С. М. Косарев, желая подтвердить связь понора и источника, вылил в Тютюлену бочку дегтя, и спустя 6 ч. в источнике появились маслянистые пятна. Кроме того,

есть сведения, что местный житель высыпал в понор пещеры гранулированный пенополистирол, который также всплыл в грифоне Таравал.

Опыт по трассированию флуоресцеином ручья Тютюлена произведен 13–14 июня 2014 г. Уфимским спелеоклубом им. В. Н. Нассонова и научными сотрудниками заповедника «Шульган-Таш».

### Материалы и методы

*Метод трассирования вод.* Для индикаторного опыта применяли краситель флуоресцеин технический (ТУ 6-09-2464-82 ЗАО «Мосреактив»), рекомендованный для определения утечки воды в теплосетях и водоводах, в т.ч. питьевых (по СанПиН 59.55.03.246. П.002775. 09.03 от 03.09.2003). Растворимость флуоресцеина составляет 0,005 г/100 мл [6], поэтому его обычно используют в количестве 1–5 г на 1 м<sup>3</sup> воды. У растворов этого индикатора при возбуждении синим светом (максимум поглощения при 490 нм) наблюдается желто-зеленая флуоресценция с пиком при 520 нм.

Для приготовления раствора красителя 0,5 кг флуоресцеина смешивали с водным раствором пищевой соды (0,15 кг NaHCO<sub>3</sub> на 3 л горячей воды при 60°C). Подготовленный раствор был запущен в поверхностный водоток ручья Тютюлена пещеры Кош 13 июня 2014 г. в 23:00.

Для улавливания флуоресцеина в потенциальном месте разгрузки использовали угольные ловушки. Они были изготовлены из мелкосетчатой марли и мелкодисперсного (пылеватого) угля (таблетки активированного 250 мг) в количестве 2,5-3 г на ловушку. Ловушки были установлены на воклюзе Таравал с 23:00 ч. 13 июня по 19:30 ч. 14 июня. Ловушки устанавливали и заменяли каждые 1–2 часа по схеме (табл.). Далее ловушки извлекали и помещали в индивидуальные полиэтиленовые пакеты, также вели визуальное наблюдение выхода красителя.

Таблица

Трассирование флуоресцеином подземного водотока  
река Тютюлена — пещера Кош — воклюзный источник Таравал

Номер пробы	Интервал нахождения ловушки (час:мин) / в часах	Время после запуска индикатора, час:мин	Концентрация флуоресцеина в потоке*, г/м <sup>3</sup>
			152**
1	23:30 — 1:30 / 2	2:30	–
2	1:30 — 3:30 / 2	4:30	–
3	3:30 — 5:30 / 2	6:30	0,15
4	5:30 — 6:30 / 1	7:30	0,05
5	6:30 — 7:30 / 1	8:30	–
6	7:30 — 8:30 / 1	9:30	–

7	8:30 — 9:30 / 1	10:30	0,05
8	9:30 — 10:30 / 1	11:30	0,07
9	10:30 — 11:30 / 1	12:30	–
10	11:30 — 12:30 / 1	13:30	0,20
11	12:30 — 13:30 / 1	14:30	0,05
с 12	13:30 — 14:30 / 1	15:30	–
по 17	18:30 — 19:30 / 1	20:30	–

\* рассчитано по калибровочной кривой

\*\* расчетная концентрация красителя в потоке речки Тютюлена (в точке запуска красителя)

*Элюирование флуоресцеина из ловушек.* Для элюирования адсорбированного флуоресцеина из угля использовали 5%-ный спиртовой раствор гидроксида калия (KOH). Пробу угля из ловушки помещали в 10 мл спиртового раствора KOH, перемешивали и выдерживали 15 мин. Затем спиртовой раствор отделяли от угля на воронке Бюхнера под вакуумом.

*Интенсивность флуоресценции* полученных элюатов измеряли на люминесцентном спектрометре LS55 (PerkinElmer) при длине волны возбуждения/испускания 490/518 нм, ширине щели возбуждения/испускания 2,5/15, в режиме 1% Т-пропускание (attenuator).

*Калибровочная кривая.* Навеску флуоресцеина 0,005 г растворяли в 10 мл 5%-ного спиртового раствора KOH и подготавливали водные растворы красителя с концентрациями от 2,5 до 0,01 мг/л. В подготовленных водных растворах красителя объемом 100 мл выдерживали контрольные ловушки с углем в течение 1 ч., далее краситель экстрагировали по методике, описанной выше. По показаниям интенсивности флуоресценции контрольных элюатов была построена калибровочная кривая зависимости интенсивности флуоресценции 5%-ного спиртового раствора KOH, экстрагируемого из ловушек, от количества флуоресцеина в исходном растворе.

### Полученные результаты

При внесении 0,5 кг флуоресцеина в поток речки Тютюлена, при его расходе около 5 л/с, расчетная исходная концентрация красителя в потоке составила 152 г/м<sup>3</sup>.

Визуально на источнике Таравал выхода окрашенной воды не наблюдалось. Лабораторные опыты показали, что визуально окрашивание воды флуоресцеином в зеленый цвет наблюдается до концентрации 1,5 мг/л (г/м<sup>3</sup>). Таким образом, концентрация красителя в воде была меньше указанного значения.

Исследование угольных ловушек на наличие флуоресцеина показало, что краситель адсорбировался ловушками, установленными в воде источника Таравал (табл.). Флуоресцеин обнаруживали, начиная с третьей ловушки, установленной

более чем через четыре часа и удаленной через 6 ч. 30 мин. после запуска красителя (табл.).

Наличие красителя фиксировали еще в пяти ловушках в течение 8 ч. Последний раз присутствие флуоресцеина обнаружено в ловушке, снятой через 14,5 ч. после запуска красителя. Однако не во всех ловушках, установленных через 6 и 14 ч. после запуска красителя (с 3:30 до 13:30 ч. 14 июня 2014 г.), обнаруживался флуоресцеин (табл.). Такое явление может объясняться дополнительным поступлением воды из других водных потоков (пульсационные выходы), а также наличием зон застоя воды или же адсорбцией красителя с его последующим вымыванием [7].

По показаниям концентрационной кривой для контрольных ловушек количество флуоресцеина в потоке составило 0,05–0,2 г/м<sup>3</sup>. Таким образом, расчетная скорость водного потока составила (по прямой) 0,14 м/сек. или 12,41 км/сут.

### Обсуждение

Полученные результаты подтвердили, что воды речки Тютюлена разгружаются в источнике Таравал. Мы предполагаем, что подземное русло реки Тютюлена вытянуто линейно и заложено по тому же тектоническому нарушению, что и 4-километровый линейный участок долины реки Белой выше источника Таравал. На это указывают цепочки крупных провальных воронок, вытянутые по прямой линии от пещеры до источника и маркирующие подземный сток. На расстоянии в 1,7 км от пещеры расположены подвешенные карстовые озера в котловине, сформированной из двух слившихся провальных воронок с крутыми осыпными бортами. Глубина котловины (до воды) составляет около 15 м. Со слов уроженца хутора Тютюлена М.Н. Косарева, этот провал образовался примерно 100–120 лет назад. Таким образом, на исследованном участке имеется потенциал на обнаружение крупных карстовых полостей.

Опубликованные данные по трассированию карстовых вод Урала и Предуралья, к сожалению, единичны. В 1955–1962 гг. П. В. Молитвиным [8] с помощью двенадцати индикаторных опытов был прослежен подземный сток левого притока р. Ай — р. Каменки (Южный Урал, карбонатный карст). Флуоресцеин в количестве 0,6–2,5 кг смешивали с раствором аммиака и загружали на участках поглощения в карстовые воронки и поноры в долине реки Каменки, а также в искусственные шурфы на пойме. Фиксацию красителя осуществляли в 1,2–3,7 км от места запуска в источниках Шумиха, Кургузак, Межевой и шахте Блиново-Каменского (месторождение бокситов) (метод не указан). Скорость движения карстовых вод составляла от 0,3 до 1,9 км/сут.

В августе 1965 г. был поставлен индикаторный опыт в Казаевском логу (Пермский край, сульфатный карст) — карстовом суходоле в бассейне р. Бабки [3]. В ручье Средней пещеры было растворено 100 кг поваренной соли, в источнике около Нижней пещеры в 0,85 км от места запуска, периодически отбирались пробы воды на содержание хлорид-ионов. Признаки появления соли были отмечены через 34 ч., расчетная скорость движения вод составила 0,6 км/сут.

На фоне приведенных значений необходимо отметить высокую (12 км/сут.) скорость движения карстовых вод на участке понор Кош — грифон

Таравал. Вместе с тем не совсем понятны причины наблюдаемых существенных потерь красителя в подземном русле. Учитывая экспериментальные данные [15], потери могут объясняться абсорбцией флуоресцеина гумусом и органическими материалами растительного происхождения. Возможно, для карстовых гидросистем, характеризующихся массовым внесом органики паводковыми водами при концентрированном инфлюационном питании, следует применять пиранин, который более устойчив к абсорбции [12, 15], но этот вопрос требует проработки.

Следует отметить слабую освещенность методических проблем, касающихся трассировки карстовых вод в доступной нам русскоязычной литературе. Например, результаты индикаторных опытов по карстовым гидросистемам Западного Кавказа приводятся в работах В. Н. Дублянского [4], Б. А. Вахрушева [1], С. Ю. Липченко [7], А. С. Гусева и С. Е. Мазиной [2] и других исследователей. К сожалению, в большинстве из этих работ описание методологии опытов приводится в недостаточном объеме (неясными остаются марки красителя, использованный абсорбент и его количество, технология изготовления «ловушек», время их экспозиции и хранения, методика элюирования и анализа элюатов, применяемая приборная база). Однако методы трассирования карстовых вод хорошо освещены в зарубежной литературе [11, 15], но их практическое применение требует адаптации под региональные особенности и материально-технические возможности конкретных исследователей.

### Выводы

Проведенным индикаторным опытом подтверждено предположение о разгрузке подземного стока реки Тютюлена (после ее исчезновения в пещере-поноре Кош) в карстовом источнике Таравал. Данный пример иллюстрирует несоответствие границ поверхностных и подземных водосборов, что характерно для карстовых районов. Была установлена высокая скорость движения подземных вод (12,4 км/сут.), что указывает на наличие хорошо проработанного подземного русла в крупных карстовых полостях.

Авторы выражают признательность уфимским спелеологам из клуба В. Н. Насонова (А. Д. Анисимову, Е. А. Банникову, А. М. Баширову, А. А. Гайнутдиновой, Р. И. Гайсину, Т. Н. Гильмутдинову, А. А. Даминовой), сотруднику Заповедника «Шульган-Таш» И. А. Гайнутдинову, принимавшим участие в трассировании водотока, Г. А. Даминовой (лаборатория биотехнологии и биохимического анализа НОЦ БГАУ, г. Уфа) за помощь в проведении исследований; М. Н. Косареву (директору заповедника «Шульган-Таш») — за консультации по району работ и предоставленную помощь.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вахрушев Б. А. Трассирование подземных вод высокогорных карстовых массивов Западного Кавказа // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Симферополь, Серия География. 2002. Т. 15 (54), №2. С. 38-42.

2. Гусев А. С., Мазина С. Е. Движение карстовых вод системы Снежная (Западный Кавказ), результаты индикаторного опыта 2010 года // Спелеология и спелеостология: развитие и взаимодействие наук: Материалы междунар. науч.-практ. конф., 16-20 ноября 2010 г. Набережные Челны: НГПИ, 2010. С. 121-124.

3. Дорофеев Е. П. Казаевские пещеры // Пещеры. Пермь, 1966. Вып. 5 (7). С. 64-68.

4. Дублянский В. Н., Клименко В. И., Вахрушев Б. А., Резван В. Д. Комплексные карстолого-спелеологические исследования и охрана геологической среды Западного Кавказа. Сочи, 1987. 124 с.

5. Кадильников И. П., Тайчинов С. Н. Условия почвообразования на территории Башкирии и его провинциальные черты // Почвы Башкирии. Т. 1. Генезис, классификация, география, физические и химические свойства преобладающих почв Башкирии: Уфа, 1973. С. 15-62.

6. Лабораторные работы по органическому синтезу. М.: Просвещение, 1979. С. 222-223.

7. Липченко С. Ю., Цой О. Б., Шелепин А. Л. Трассирование подземного водотока Загеданской пещерной системы // Пещеры. Пермь, 2004. Вып. 29-30. С. 53-59.

8. Молитвин П. В. Опыты по изучению взаимосвязи поверхностных и подземных карстовых вод в бассейне р. Ай // Труды совещания по вопросам комплексного изучения режима поверхностных и подземных вод в карстовых районах / под ред. Б. Н. Иванова. Ленинград, 1969. С. 114-121.

9. Смирнов А. И., Соколов Ю. В. Карст и спелеология // Карст Башкортостана / под ред. Р. Ф. Абдрахманова, Уфа: РА Информреклама, 2002. С. 301-337.

10. Аксьом С. Засоби трасування природних вод // Геолог України. Київ, 2007. Вып. 2. С. 71-81.

11. Aley T. Groundwater tracing handbook // Ozark Underground Labs. 2002. URL:<http://www.ozarkundergroundlab.com/Downloads/Groundwater%20Tracing%20Handbook.pdf>

12. Atkinson T. C., Smith D. I., Lavis J. J., Wytaker R. J. Experiments in tracing underground waters in limestones // J. of Hydrology. 1973. Vol. 19 (4). P. 323-349.

13. Davis S. N., Thompson O. M., Bentley H. W., Stiles G. Ground-Water Tracers A Short Review // Groundwater. 1980. Vol. 18, № 1. P.14-23.

14. Keswick B. H., Wang D. S., Gerba C. P. The Use of Microorganisms as Ground Water Tracers: A Review // Groundwater. 1982. Vol. 20, № 2. P. 142-149.

15. Smart P. L., Laidlaw I. M. S. An evaluation of some fluorescent dyes for water tracing // Water Resources Research. 1977. Vol. 13, №. 1. P. 15-33.

**О. Н. Морозов**

*МБОУ ДО детей «Центр дополнительного образования и эвенкийских народных ремесел»*

## **ПЕЩЕРА ОКТОКИТКАН (БУРЯТИЯ)**

**O. N. Morozov**

*Centre of Children's Complementary Education and Evenkis' Folk Crafts, Bagdarin, Buryatia*

## **THE CAVE OKTOKITKAN (BURYATIA)**

### **Summary**

New karst cave was found in the Severobaikalsky district, Buryatia, by local people. Cave exploration revealed that it is part of the flow channel opened up by gravitational forces. The length of the cavity is 165 m, and the depth is 15 m. All cavern is totally filled by water in summer time. There are many ice crystals and various ice figures in winter time.

Пещера Октокиткан, названная по одноименному водотоку, находится на одном из притоков р. Верхняя Ангара в предгорьях Северо-Муйского хребта Станового нагорья [1] в Северо-Байкальском районе Республики Бурятия. Полость показал С. Ю. Шутов, ему, в свою очередь, рассказал о пустоте В. А. Федосеев, а уточнил на карте местонахождение В. И. Слюсарев. Судя по большому открытому входу, о пещере должны знать местные охотники.

Полость коррозивно-эрозионного класса [3]. Протяженность ходов пещеры 165 м, проективная длина — 150 м, глубина — 15 м, площадь — 1138 м<sup>2</sup>, объем — 3908 м<sup>3</sup> (табл.).

Таблица

Морфометрические данные пещеры Октокиткан

Протяженность, м	Проективная длина, м	Глубина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>
165	150	15	1138	3908

В морфологическом плане полость относится к пологонаклонным нисходящим («холодный мешок») [3]. Развивается по разлому северо-восточного простирания (~330°). Представляет собой реликт переточного водоносного канала

(субгоризонтальная часть), вскрытого в результате обвала (наклонный ход, угол наклона — 20°) над полостью, отсюда морфологическое и генетическое разделение на 2 части — входную (обвальную) и основную (эрозионно-карстовую) (рис. 1, 2). Исследование пещеры проходило в апреле 2015 г.

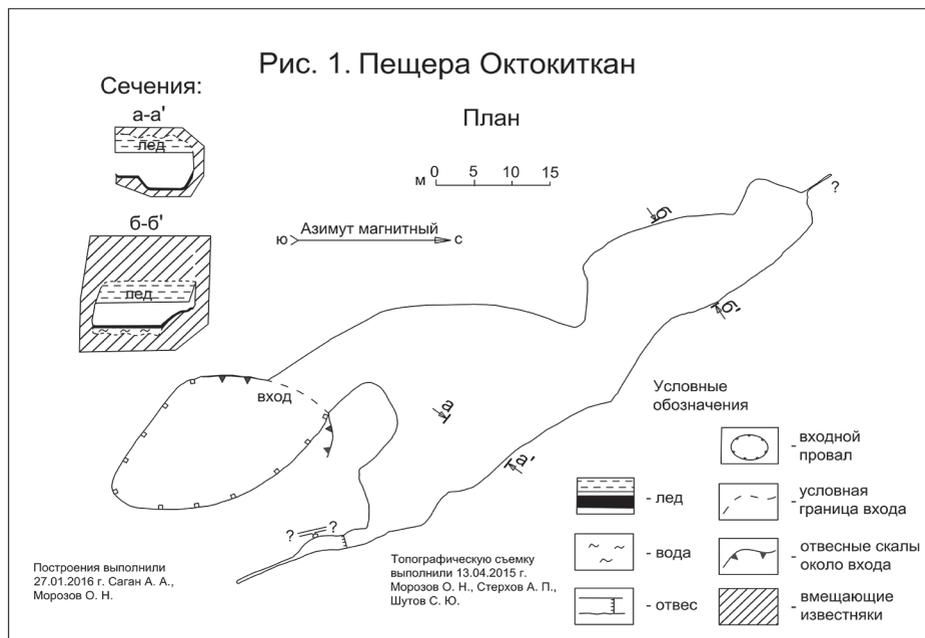


Рис. 1. План и сечения п. Октоикиткан

Вход расположен у подножия скального обнажения серых известняков биряминской свиты нижнего кембрия [2], в правом борту распадка одноименного ручья на границе высокой поймы и склона (рис. 3). Перед входом в пещеру находится провальная воронка, максимальная глубина которой достигает 3 м, в центре воронка пологая, овальной блюдцеобразной формы размером по длинным осям 17×30 м (рис. 1, 2), вытянута в северо-западном направлении. Визуально уровень воды (льда) в воронке ниже уровня воды (льда) в ручье Октоикиткан. В зимнее время ручей не замерзает и приблизительно в 200 м выше по течению бежит по руслу подо льдом. Там же начинается наледь длиной более 300 м, которая заполняет русло до уровня, близкого к уровню высокой поймы. Напротив входа в пещеру и ниже по течению водоток закрыт наледью.

Вход в пещеру Октоикиткан представляет собой отверстие треугольного сечения (рис. 4) с 9-метровым основанием и высотой 4 м. Пещера полностью затопливается и на входе хорошо просматривается уровень затопления. Граница выделяется в виде ровной горизонтальной линии, ниже которой известняковая стена освещена и покрыта льдом, а выше заросла лишайниками (рис. 6). Уровень затопления

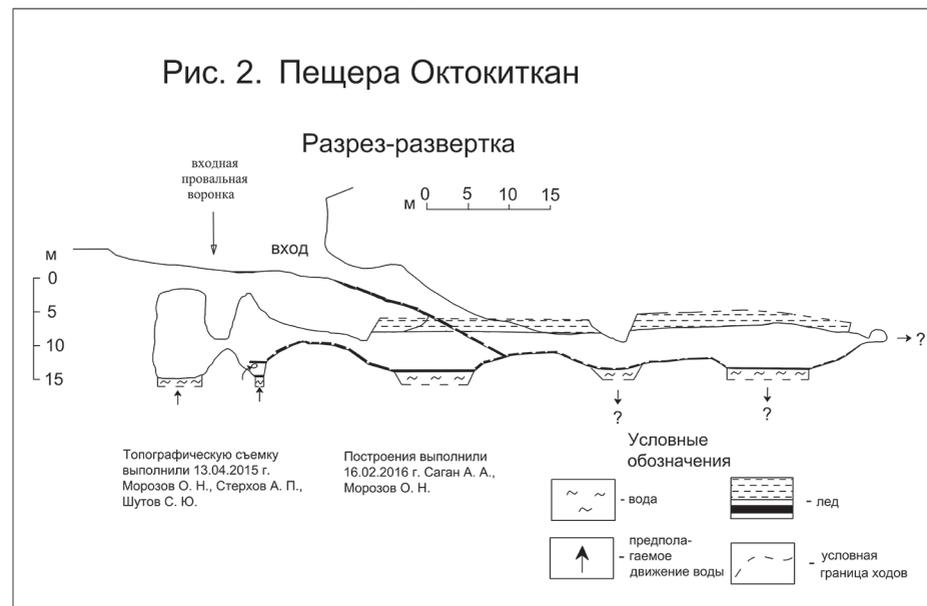


Рис. 2. Разрез-развертка п. Октоикиткан

пещеры и уровень льда во входной воронке — едины. Отсутствие лишайников на участке осветления известняков свидетельствует о том, что процесс затопления пещеры происходит почти ежегодно. Пол во входной части завален плитами льда толщиной 0,5–0,7 м (рис. 4), под которыми наблюдаются глыбы известняков. Потолок частично покрыт атмосферными кристаллами льда разнообразной формы (рис. 4). Поверхность стен неровная с угловатыми выступами и западинами (рис. 4). Следов эрозионно-коррозионного воздействия вод на известняки во входной части полости не обнаружено. Скорее всего, формирование этого хода имеет гравитационную природу и, возможно, связано с землетрясением.



Рис. 3. Вход в пещеру Октоикиткан



Рис. 4. Привходовая часть п. Октоикиткан

Основной ход заложен по вышеописанному разлому и имеет в широкой части трапецеобразное сечение меньшим основанием вверх, стены субвертикальные (рис. 1, 5). Осыпи из обломков известняков в нижней части хода придают ему форму трапеции. Основной ход можно разделить условно на 2 части: северо-западную (холодную) и юго-восточную (теплую). Потолок в холодной части в основном ледяной, относительно ровный, с единичными вмёрзшими глыбами известняков (рис. 7). По северо-восточной стене выше уровня потолка во льду видна клиновидная трещина вверх. В одном месте в этой трещине наблюдается ледяная плита, подобная тем, что мы видим на полу толщиной 0,2-0,3 м. Она расклинена сверху, что, вероятнее всего, произошло в результате полного затопления пещеры и последующего всплытия льдин с пола за счет выталкивающей силы воды (рис. 5). Стены в нижней части обледеневшие, в верхней — сухие. Граница этих неоднородностей выражена в виде ровных горизонтальных полос, местами зубчатообразных, направленных в глубь полости (рис. 8), что говорит о постепенном пульсирующем продвижении нулевой изотермы вглубь пещеры вследствие чередования похолоданий и потеплений на поверхности. Дно неровное, представляет собой ряд поднятий и опусканий. Поднятия имеют вид крупнообломочных каменных гряд, расположенных поперек хода. Все дно покрыто расколотыми плитами льда и ледяными ровными полями в понижениях некогда единой ледяной корки толщиной от 0,01 до 0,7 м. Возле северо-восточной стены (в верхней части осыпи из рыхлых отложений) лед тонкий — первые сантиметры. Далее вниз по склону конуса толщина льда увеличивается до 0,5 м (рис. 5).

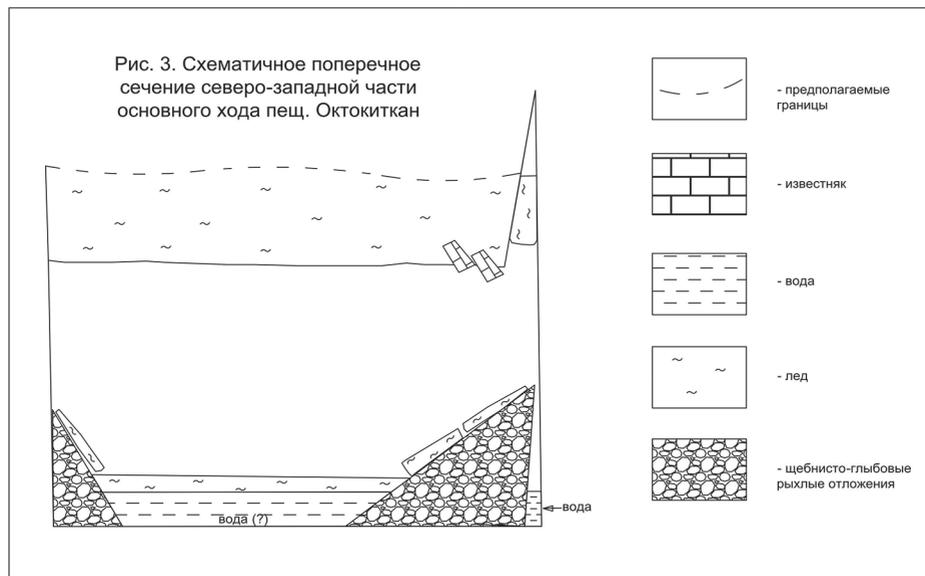


Рис. 5. Схематичное поперечное сечение северо-западной части пещеры Октокиткан

Данный факт, скорее всего, говорит о том, что с опусканием уровня воды температура в пещере постепенно понижалась, соответственно, шло увеличение толщины льда и постепенное опускание его на конус рыхлых отложений. Подо льдом в ямах находится вода, ее уровень в основной части пещеры на различных понижениях близок к единому, но так как были использованы топографические приборы низкого класса точности (горный компас ГК-2, рулетка), говорить уверенно об этом не представляется возможным.

В центральной и юго-восточной частях основного хода на стенах хорошо выражены многочисленные фасетки горизонтального движения вод. Подобные формы автор наблюдал на р. Ципикан в местности Гурьевский в прибрежных обнажениях мраморов (рис. 9). Там мы видели на вертикальных стенах следы паводковых вод в виде подобных фасеток, которые на тот период были на 1 м выше уровня воды.

На направление водотока под землей указывают фасетки в юго-восточной части основного хода пещеры, идущие из небольшого окна (одного из водопроницающих каналов). Фасетки представляют собой узкие восходящие каналы с расширением в верхней части (рис. 10). Последнее говорит о том, что вода шла вверх по каналам, потом по горизонтали в северо-западном направлении и уходила дальше.



Рис. 6. Граница уровня воды при полном затоплении пещеры Октокиткан на входе



Рис. 7. Северо-западная часть основного хода пещеры Октокиткан. Фото С. Ю. Шутова



Рис. 8. Граница сухих и обледеневших стен пещеры Октокиткан. Фото С. Ю. Шутова



Рис. 9. Фасетки горизонтального движения воды в береговом обнажении р. Ципикан

Рис. 10. Восходящие водопроводящие каналы из окна в юго-восточной части основного хода пещеры Октокиткан



Рис. 11. Процесс оседания льда на пол пещеры Октокиткан

Возможным местом поглощения водотока является провал в юго-западной части основного хода (покрытый льдом в период исследования), под которым должна быть вода. На предмет продолжения пещеры также надо проверять самую крайнюю юго-восточную часть полости, где вследствие сужения не был получен окончательный ответ о наличии тупика.

Юго-восточная часть основного хода пещеры более теплая. Толщина льда по мере продвижения воды в эту сторону уменьшается. В самой крайней части —

трещинообразном ходе — лед на воде отсутствует, что говорит о положительной температуре в этой части полости. Максимальные размеры кристаллов льда на стенах в виде елочек макушками вниз (рис. 12) мы видим в ближайшей к юго-восточной части длительно существующей зоне отрицательных температур. Подобные кристаллы описывал в своей работе [4] А. Г. Филиппов, называя их «подводным инеем» и связывая это явление с подводным оледенением. По мере удаления от этого места размеры кристаллов уменьшаются. Ближе к выходу они принимают лепестковую недоразвитую шестигранную (реже трехгранную) форму с хорошо выраженными гранями роста (рис. 13).

По льду, наблюдаемому на полу пещеры, можно сказать следующее. По мере удаления от входа толщина льда уменьшается. При этом нигде не видно примороженных к стенкам обломков от плит льда. Скорее всего, происходил единый непрерывный последовательный цикл формирования льда вглубь пещеры с постепенным наращиванием толщины уже существующего льда и опусканием его при понижении уровня воды. Последнее связано с тем, что при уменьшении температуры на поверхности перемерзал водопроточный канал, а водоотводящий — нет. В общих чертах этот процесс представлен на рисунке 11.

В юго-восточной части пещеры наблюдается 2 цикла льдообразования. Первый цикл синхронен общему циклу льдообразования пещеры. Он представлен коркой льда (толщиной 15-20 см), под которой был воздушный пузырь (рис. 14). Стены между ледяными корками волнообразно обледенелые (рис. 15). То же самое мы видим на ледяных гидрогенных образованиях в виде утолщенных сталактитов (рис. 16). На дне пузыря находился второй слой льда толщиной в несколько сантиметров, под ним — вода. Наличие сухих стен под сводом основной части пещеры, скорее всего, говорит о том, что когда начал формироваться лед в нижней части полости, в верхней еще была положительная температура за счет инверсии воздушных масс. Дальнейшее вымораживание пустоты, очевидно, связано с понижением температуры на поверхности. Оно привело к отрицательным температурам на стенах основного хода и отложением на них ледяной волнообразной корки и формированием примороженных к стенам



Рис. 12. Игольчатые сублимационные кристаллы в пещере Октокиткан



Рис. 13. Лотковые кристаллы льда в пещере Октокиткан

тонких ледяных корок. Толщина льдин с углублением в пещеру уменьшается, то есть скорость процесса оседания льда увеличивается по сравнению со скоростью замерзания.

Судя по тому, что не только лед на потолке основного хода, но и отдельные плиты льда (в трещине) не успевают стаять, период полного затопления пещеры незначительный и однозначно температура воды близка к 0°C. Наличие валунов в ледяном потолке связано с выступами коренных пород или вмороженными, постепенно проседающими с потолка обломками известняков (рис. 5, 7).

Пещера заложена в светлых массивных известняках бирямбинской свиты нижнего кембрия, в 500 м от контакта с терригенными породами. В карбонатах отмечено единичное гнездообразное скопление разнонаправленных не определенных таблитчатых кристаллов светло-коричневого цвета (рис. 17), а также скопление неопределенного минерала, очень похожего на наложенные на скальную поверхность темно-коричневые ветвистые розетки (рис. 18).



Рис. 14. Лед первого цикла льдообразования в юго-восточной части основного хода пещеры Октокиткан. Фото С. Ю. Шутова



Рис. 15. Волнообразное обледенение стен в юго-восточной части основного хода пещеры Октокиткан



Рис. 16. Фигура из гидрогенного льда в пещере Октокиткан. Фото С. Ю. Шутова



Рис. 17. Таблитчатые кристаллы пещеры Октокиткан. Фото С. Ю. Шутова



Рис. 18. Темно-коричневые кристаллы-розетки в пещере Октокиткан. Фото С. Ю. Шутова

Таким образом, можно сказать, что в Северобайкальском районе Республики Бурятия появилась первая относительно крупная карстовая пещера, образованная напорными восходящими водами. Предстоит большая работа по наблюдению за современным режимом воздуха и воды в пещере и поиску ее продолжения. Перспективы обнаружения естественных полостей на данной территории остаются по-прежнему большими. Не исключено, что охотники и туристы сталкивались и с другими гротами и провалами в этих районах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область) / гл. ред. В. Б. Сочава. — Москва — Иркутск: Гл. управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1967. — С. 10-11.
2. Геологическая карта Бурятской АССР масштаба 1:500 000 / ред. П. Ч. Шобогоров. — М.: Мин-во геологии СССР, 1997. — Лист 4.
3. Дублянский В. Н. Карстоведение. Ч. 1. Общее карстоведение: Учеб. Пособие / Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. — Пермь: Перм. ун-т, 2004. — 308 с.
4. Филиппов А. Г. Пещерные льды Иркутской области / Филиппов А. Г. // Свет: Междунар. спелеологический журнал. — 1997. — № 2 (17). — С. 13-16.

С. М. Баранов

Челябинское региональное отделение РГО, Челябинский клуб спелеологов  
«ПЛУТОН»

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИФОНОВ В ПЕЩЕРАХ АШИНСКОГО РАЙОНА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

S. M. Baranov

*Chelyabinsk regional department of the Russian Geographical Society,  
Chelyabinsk club cavers «Pluton»*

### STUDY OF SIPHONS IN CAVES OF ASHA CHELYABINSK REGION

#### Summary

In the caves study cavers meet with water obstacles, the most difficult of them are water sumps or siphons. Their successful passage needs participation of experienced cave divers. Today they often find sizable and long siphons that increase length and depth of the known caves after their successful passage. There are caves of South Ural and Chelyabinsk region among them. To study known siphons a large cave diving expedition was carried out in the district of Chelyabinsk region Asha in March 1993, composed of cavers and cave divers from Moscow, Ryazan, Chelyabinsk, Satka, directed by Vladimir Kiselev. The study undergone Eriklinkaya traps in the caves Shalashovskaya, Gorelovka and Sukhaya Atya. As a result, dives were held in 5 siphons and half siphons of these caves, that covered 62 meters of submerged passages and total accumulated dive depth was 37 meters. We devote this work to the memory of famous cave diver Vladimir Kiselev (1954–1995), who has died in March 1995 during the passage of siphon in the Cave Zhv-52 (Kiselevskaya cave) in the Arkhangelsk region.

При прохождении и исследовании пещер спелеологи довольно часто встречаются с различными водными преградами: подземными реками, озерами и затопленными ходами в виде полусифонов и сифонов. Если преодоление подземных рек или озер не представляет особой трудности для подготовленных и соответственно экипированных спелеологов, то сифоны и полусифоны в пещерах являются препятствиями иного рода. Для их успешного и безопасного преодоления необходимы усилия опытных спелеоподводников, надежное снаряжение и оборудование. Поэтому многие пещеры, имеющие подобные сложные водные преграды, исследуются обычными спелеологами только до сифонов. Но, как показывает практика, за сифонами могут скрываться значительные продолжения

пещер — своеобразные *terra incognita*. Не являются исключением в этом смысле и некоторые пещеры Челябинской области.

Самый первый опыт исследования сифонов на территории нашей области был осуществлен в конце 60 — начале 70-х годов XX в. аквалангистами из клуба подводников «Искатели» г. Свердловска в пещере Шемахинская 1 вблизи железнодорожной станции Сказ (Нязепетровский район).

В течение нескольких лет они полностью или частично изучили 5 сифонов этой пещеры, самый длинный из которых был исследован только на 50 м. Дальнейшее продвижение в сифоне до всплытия в возможном воздушном кармане или в засифонной части остановило несовершенство подводной техники и тактики, а также сама длина сифона. При этом следует отметить, что одно из погружений в сифоны пещеры Шемахинская-1 для одного из аквалангистов закончилось трагически.

В 70-х годах спелеоподводники из секции Омского сельскохозяйственного института (рук. И. Савьяк) успешно преодолели сифон № 1 (рис. 1) в гроте «Неожиданного конца» пещеры Сухая Атя (Ашинский район) и вышли в большой грот-разлом, где находился еще один сифон — подземное озеро диаметром до 20 м. Его исследование не было проведено вследствие возникших у группы проблем со снаряжением. Эта же группа, спустя несколько лет, пыталась исследовать полностью закрытый сифон в конце пещеры Эссюмская в Катав-Ивановском районе, но мощное течение подземной реки Сим навстречу и острые выступы-ребра на стенах сифонного канала не позволили успешно завершить свою попытку.

Все перечисленные нами попытки были, по большому счету, единичными случаями и не решали вопросов полного изучения тех пещер Челябинской области, где уже были обнаружены сифоны.

Проблема обострялась еще и тем, что к началу 90-х годов XX в. в нашей области усилиями спелеологов было открыто около 250 новых пещер и некоторые из них заканчивались закрытыми сифонами.

Для частичного решения всех накопившихся проблем с сифонами, уже обнаруженными в нашей области, была организована и проведена совместная спелеоподводная экспедиция в Ашинском районе Челябинской

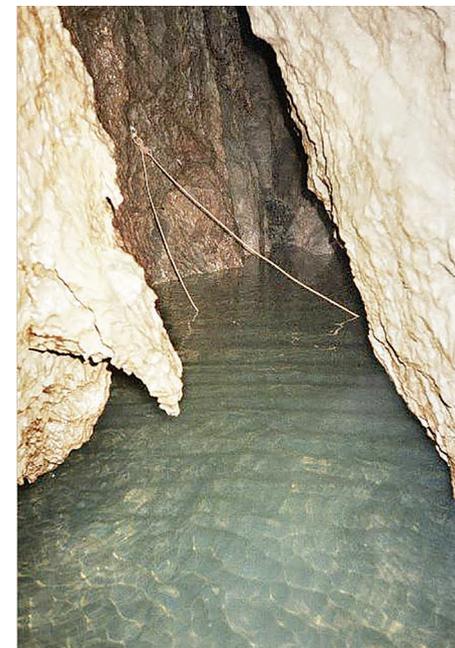


Рис. 1. Пещера Сухая Атя, сифон № 1

области со 2 по 8 марта 1993 г. Экспедиция состоялась благодаря предварительной личной договоренности автора данной статьи с опытным спелеоподводником Владимиром Киселевым в декабре 1991 г. в г. Кунгуре, затем подтвержденной там же в декабре 1992 г. В состав экспедиции вошли спелеологи и спелеоподводники из Перовского клуба г. Москвы (В. Петров, С. Масленников, Н. Кудеярова) и г. Рязани (В. Комаров), руководитель этой группы В. Э. Киселев, а также спелеологи из Челябинска и Сатки (рук. С. М. Баранов).

### **Краткая характеристика района работы экспедиции**

Объектами для спелеоподводных исследований нами были выбраны 4 пещеры Ашинского района, имеющие неисследованные сифоны: Шалашовская, Ериклинская (Точильная), Гореловская и Сухая Атя. Все они расположены в радиусе от 6 до 20 км от города Аша и приурочены к Каратаускому карстовому району Предуральской карстовой провинции (самая западная, горнозаводская часть Челябинской области).

Исследуемый район находится в Европейской горной части западного выступа Челябинской области на границе Восточно-Европейской платформы и западных склонов Уральской горной страны. Абсолютные высоты рельефа здесь достигают отметок 700–800 м. Это горные хребты Каратау, Аджигардак и Воробьиные горы, которые параллельными грядами протягиваются с юго-запада на северо-восток. Они отделены друг от друга глубоко врезанными долинами горных рек Сим, Аша и Ук. На склонах этих хребтов имеются обширные выровненные участки — плато, сложенные карстующимися известняками девонского и каменноугольного возраста. Названные нами хребты в своем ядре сложены песчаниками.

Этот район представляет особый интерес и в геологическом отношении. Здесь геологами зафиксировано большое тектоническое нарушение — т.н. Ашинский разлом, который прямолинейно, более чем на 40 км, протягивается с юго-востока на северо-запад. Начинаясь в верховьях реки Атя на юге, он проходит несколько восточнее города Аша и достигает на севере поселка Казанташ. Тут Ашинский разлом сочленяется с Каратауским надвигом. Соответственно, вся тектоника этого района определяется этим разломом, его же направление доминирует и в направлениях главных галерей и ходов всех известных здесь пещер. Это очень наглядно иллюстрируется построенными розами трещиноватости и направлений ходов пещер. Пики этих роз четко указывают направление с юго-востока на северо-запад.

Учитывая географические особенности местоположения этого района, его относят к наиболее увлажненной зоне Челябинской области. Ежегодная норма осадков здесь достигает 700 мм и более. Причем значительная часть их приходится на летний и зимний периоды. Толщина снежного покрова здесь достигает 80 см, а в отдельных местах, в логах и ущельях, до 100 см и более.

Таким образом, в данном районе имеются все необходимые условия для энергичного развития карстовых процессов. Все это подтверждается поверхностными наблюдениями и подземными исследованиями. Здесь отмечены многочисленные карстовые воронки самых различных размеров и форм (до 100

и более метров в диаметре), суходолы, провалы, вертикальные и горизонтальные пещеры, исчезающие под землей ручьи и реки.

Очень много в районе и карстовых родников (до 1000) с самым широким по диапазону расходом воды: от нескольких литров до нескольких сотен литров в секунду. Наиболее значительные из них: Срытый и Ериклинский в долине реки Аша, Киселевский и Трущобный в долине ручья Киселевский, Гремячий и Аминовский в долине реки Сим, Голубые родники в долине реки Берда у города Миньяра. Все эти родники отличаются переменным характером и дренируют подземные воды с поверхности больших выровненных участков, склонов хребтов и из глубины карстовых массивов.

К началу работы спелеоподводной экспедиции (март 1993 г.) здесь, на территории Ашинского района, спелеологам уже было известно более чем о 50 пещерах и шахтах различной длины и глубины. Крупнейшими из них являлись: Сухая Атя (длина 2130 м/глубина 56 м), Киселевская (1260 м / 37 м), Комсомольская (546 м / 78 м), Шаламановская (475 м / 23 м), Олимпийская (273 м / 65 м), Огурцова (273 м / 18 м), Плутония (236 м / 4 м).

### **Достигнутые результаты исследования сифонов в пещерах района**

**Пещера Шалашовская.** Расположена в 3 км к северо-востоку от пос. Аминовка (гор. Аша), на так называемом Шалашовском карстовом плато, которое представляет собой сильно закарстованный массив площадью около 20 км<sup>2</sup>. Он приподнят над уровнем ближайшей реки Сим на 150–200 м. С северо-запада и запада его оконтуривает ручей Киселевский, с юга — река Сим, с востока — река Берда. Все эти водотоки протекают в речных долинах, глубоко врезанных в рельеф. Предыдущими исследованиями карстоведов, гидрогеологов и спелеологов здесь было установлено наличие сотен карстовых воронок и провалов, горизонтальных и вертикальных пещер, исчезающих ручьев. Подземные воды этого массива разгружаются в нескольких крупных источниках — Киселевском, Трущобном, Гремячем ключе с довольно значительными расходами.

В 1973 г. спелеологами Челябинска и студентами ЧГПИ было проведено окрашивание подземных вод красителем флюоресцентном, в результате была установлена гидрогеологическая связь между пещерами Шалашовской и Киселевской, расстояние между которыми около 2 км, а также между родниками Трущобным и Киселевским с частичной подруслоевой разгрузкой в ручье Киселевском.

Вход в пещеру Шалашовская расположен на дне большой провальной воронки и имеет ширину 10 м и высоту 1,5 м. Зимой размеры входа существенно уменьшаются за счет намерзания льда от втекающего в воронку ручья. Крутонаклонный ход приводит в первый грот пещеры, из которого имеются два продолжения. Первое из них имеет вид трубы правильной круглой формы в правой стене грота, через несколько метров она приводит к началу вертикального колодца глубиной до 12 м. На его дне небольшое озеро-сифон в глинистых берегах. Погружение в него нами не проводилось.

Второе продолжение — главная галерея пещеры — развивается наклонно вниз. Постепенно снижаясь небольшими каскадами-уступами по 1,5—2 м с водобойными ямами на дне, галерея через 200 м приводит к полностью закрытому сифону (рис. 2). На момент исследования этого сифона сухая изученная часть пещеры имела длину 213 м, а глубину 41 м.



Рис. 2. Пещера Шалашовская, сифон № 1

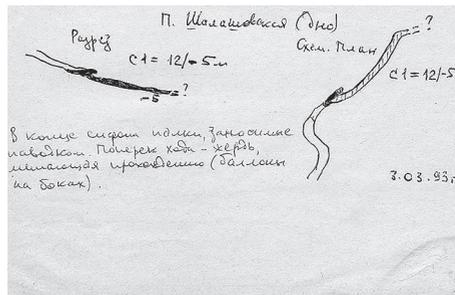


Рис. 3. Сифон пещеры Шалашовская

В процессе погружения в сифон было установлено, что затопленный ход пещеры продолжает развиваться в том же направлении, что и главная галерея, постепенно набирая глубину. В конце доступной части сифона были обнаружены палки и различный древесный мусор, заносимый сюда с поверхности весенними и летними паводками. Поперек хода был заклинен обломок жерди, который мешал дальнейшему продвижению подводника вперед. В будущем, при устранении этого препятствия, возможно дальнейшее прохождение вглубь сифона и выход в засифонную часть пещеры.

Исследованная часть сифона составила 12 м длины и 5 м глубины (рис. 3). Соответственно, при этом изменились и морфометрические показатели пещеры. Общая длина пещеры теперь составляет 225 м, а глубина достигла 46 м. Погружение в сифон осуществил 3 марта 1993 г. В. Э. Киселев (Москва), его страховку обеспечивал В. Комаров (Рязань).

**Пещера Ериклинская (Точильная).** Находится в 15 км к северу от города Аша и в 1 км к востоку от поселка Точильный, в Ериклинском карстовом логу — типичном суходоле, обводняющемся только в периоды весеннего снеготаяния и летних проливных дождей. Вход в пещеру расположен в 300 м от грунтовой автомобильной дороги п. Точильный — д. Решетово, в правом борту лога, в 70 м выше крупного карстового родника Ериклинский (рис. 4). Вход в подземную полость неправильной формы высотой 1 м и шириной 0,6 м заложен в основании небольшого скального обнажения до 10–12 м высотой. Сразу же за входом следует низкий лаз, потолок которого вскоре повышается, а пол круто снижается вглубь пещеры под углом до 30°.

Весь пол галереи покрыт толстым слоем мелкого, тщательно перемытого водой кварцевого песка, поверхность которого носит явные следы мощных



Рис. 4. Карстовый родник Ериклинский

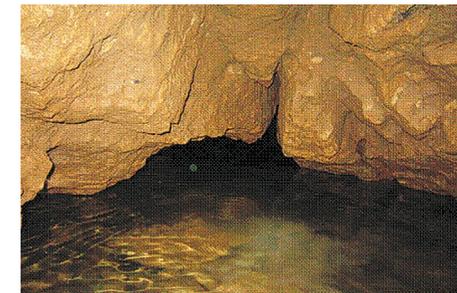


Рис. 5. Пещера Ериклинская, сифон № 1

восходящих водных потоков, на это указывают барханоподобные образования и тонкий слой глины. В конце XIX — начале XX в. местные жители брали из этой пещеры кварцевый песок и использовали его для изготовления абразивных материалов для близлежащих заводов (точильных кругов, брусков и т.д.). Стены и потолок пещеры постоянно влажные, на них хорошо видны различные растительные остатки, а также фиксируются горизонтальные примазки глины, что свидетельствует о регулярных периодах полного затопления этой подземной полости, а затем последующего медленного спада уровня воды до ее меженного состояния.

В конце галереи — расширение в виде зала, дальняя часть которого заполнена водой. Подземное озеро имеет в длину 5 м, глубина набирается постепенно и в конце составляет 1,5 м (рис. 5). Дно озера, как и коридор пещеры, заполнено тем же чистым кварцевым песком. Исследованная ранее спелеологами сухая часть пещеры до озера-сифона имела длину 36 м и глубину 12 м.

В момент погружения в сифонное озеро (начало марта) уровень воды в нем был необычно низким, на этом месте образовался боковой полусифон длиной до 7 м с воздушной прослойкой между потолком и зеркалом воды до 10–15 см. За полусифоном следовал куполообразный круглый зал диаметром около 10 м, который разделен посередине высоким глиняным гребнем-откосом, намываемым в паводки. За ним подводники обнаружили следующее небольшое подземное озеро-сифон № 2 до 2 м диаметром и вполне перспективным для дальнейшего ныряния (рис. 6). Первое озеро-полусифон в направлении по главному ходу на глубине трех метров слишком узкое для человека. Во второй сифон погружение подводниками не проводилось.

Пещера Ериклинская расположена в непосредственной близости (на расстоянии 70 м) от карстового источника Ериклинский, с дебитом в несколько десятков л/сек (летняя межень). Разница высотных отметок входа в пещеру и уровня выхода родника на поверхность составляет 10–12 м. Во время весенних паводков или летних проливных дождей режим этого карстового источника начинает резко меняться: он быстро реагирует на изменение водной обстановки

на поверхности. Расход родника увеличивается во много раз. Но узкие трещины-каналы этого родника (скорее всего нагромождения известняковых глыб в виде осыпи на его выходе) не способны пропускать через себя всю поступающую из недр карстового массива воду. Образуется естественный подпор и через точку бифуркации в глубине массива вода начинает заполнять все вышележащие карстовые пустоты. Подъем уровня подземных вод в конце концов достигает ходов пещеры Ериклинской. Вследствие этого происходит подъем уровня подземного озера в пещере на высоту 12 м до отметки порога ее входа и выше. С этого момента через вход пещеры подземная вода свободно изливается наружу и эта пещера начинает работать как типичный карстовый источник. Таким образом, здесь мы имеем дело с единой динамической гидрогеологической системой карстовый источник — пещера-источник.

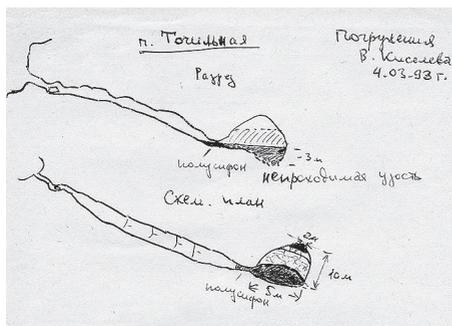


Рис. 6. Сифон пещеры Точильная



Рис. 7. Суходол реки Атыя вблизи входа в пещеру Сухая Атыя

После исследования сифона в пещере ее параметры изменились и общая длина ходов составила 51 м при достигнутой общей глубине 15 м. Погружение в полусифон осуществил 4 марта 1993 г. В. Киселев, его страховку проводил В. Комаров.

**Пещера Сухая Атыя.** Находится в 20 км к юго-востоку от г. Аша на окраине одноименного поселка лесорубов Сухая Атыя. Вход в пещеру заложен на правом берегу реки Атыя в основании куполообразной (т.н. Шельцовой) горы — небольшого хребта, сложенного мелкозернистыми силурийскими известняками. От реки вход в подземную полость экранирован большим остроконечным известняковым останцом. Это обвалившийся некогда огромный скальный козырек над широким (до 15–20 м) входом в пещеру.

За входом следует целая анфилада залов, проходов и галерей значительных размеров с очень разветвленной системой лабиринтовых ходов. В пещере в разных местах отмечено несколько русел постоянных или периодически появляющихся в паводки ручьев, остаточных подземных озер инфлюационного и инфильтрационного происхождения, а также закрытых сифонов. Повсеместно

наблюдается большое количество карстовой и наносной глины, как правило, очень влажной, доходящей до полужидкой и жидкой консистенции. В то же время в отдельных местах этой пещеры (в предвходовой части) отмечаются участки полусухих пещерных такыров.

На поверхности, протекая на протяжении нескольких сотен метров вдоль юго-западного склона горы, река Атыя теряет значительную часть своего стока, в днище своего русла и в понорах-трещинах правого берега (рис. 7). Поглощенная вода транзитом проходит по самым нижним горизонтам пещеры и появляется вновь на поверхности в карстовом источнике в 1,5 км ниже по течению реки. Большая часть исследованных спелеологами ходов пещеры находится ниже уровня реки Атыя. Общая длина ходов и гротов пещеры Сухая Атыя на момент исследования сифонов достигала 2130 м при амплитуде 56 м.

Наши исследования 1993 г. предполагали прохождение уже известного сифона № 1 и изучение засифонной части пещеры с погружением в подземное озеро, что и было осуществлено 6 марта. Как оказалось, за сифоном № 1 находится мощный разлом — тектоническая трещина, расширяющаяся в отдельных местах до 20–30 м. Ее нижняя точка находится на уровне уреза воды в озере. Влево и вправо от озера трещина круто повышается вверх. В его правой части высшая точка достигает отметки +50 м от зеркала озера. Здесь же, в верхней части разлома, на глинистом полу грота были обнаружены растительные остатки в виде листьев и древесной коры. Вероятно, эта часть разлома очень близко подходит к поверхности земли уже на противоположной (северной) стороне Шельцовой горы и имеет с ней связь через какие-то неизвестные пока спелеологам узкие трещины и каналы.

Сифон № 2 начинается в озере круглой формы диаметром около 20 м. В его дальней части вертикально вниз уходит колодец, заполненный водой. На глубине 19 м погружавшегося в него спелеоподводника остановила непроходимая узость (рис. 8).

Таким образом, за сифоном № 1 было закартировано около 200 м ходов, что подтверждает данные топоъемки омских спелеологов 1974 г. Параметры пройденной части нового сифона № 2: длина 25 м, глубина 19 м. Общая же длина ходов пещеры Сухая Атыя осталась неизменной (2130 м), а амплитуда увеличилась на 19 м и теперь составляет 75 м. Исследование сифона № 2 произвел 6 марта 1993 г. В. Киселев, страховку осуществлял В. Комаров.

**Пещера Гореловская.** Находится в 15 км к юго-востоку от города Аша на правом берегу реки Ук в основании южной подошвы горного массива хребта Аджигардак. В 0,5 км к югу от пещеры проходит автомобильная дорога М5 «Челябинск — Уфа» (отметка «312 км» от Челябинска).

Здесь, в основании крутого южного склона массива, было зафиксировано четыре мощных карстовых источника. Два из них на момент исследований (март) не действовали, оставаясь сухими, а два других изливали подземные воды с расходом до нескольких десятков л/сек. Водосборные площади этих источников находятся на южных склонах горного массива Аджигардак, а перепад высот при этом составляет 300 и более метров.

Вход в пещеру Гореловскую находится над вторым (со стороны запада) источником. Его вода выходит в основании крутой осыпи из мелкого щебня высотой до 10–12 м. Вход в пещеру открывается на самой вершине осыпи под коренным обнажением скальной породы и представляет собой отверстие около 1 м в диаметре. За ним следует крутонаклонный ход длиной 12 м, который приводит к подземному озеру. Оно разделено скальными перемычками — окнами на три части. Погружение в сифон можно осуществлять только из 2-го или 3-го окна.

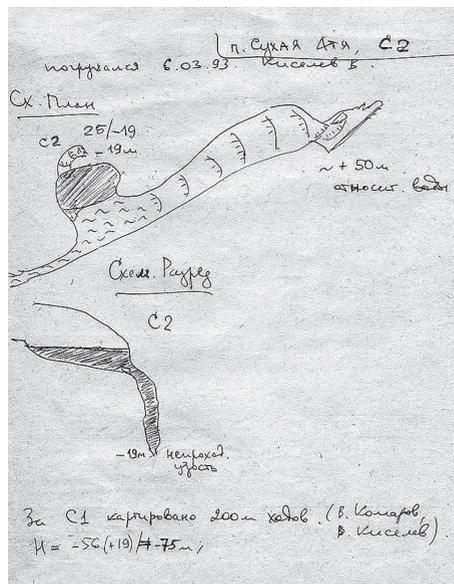


Рис. 8. Сифон пещеры Сухая Атя

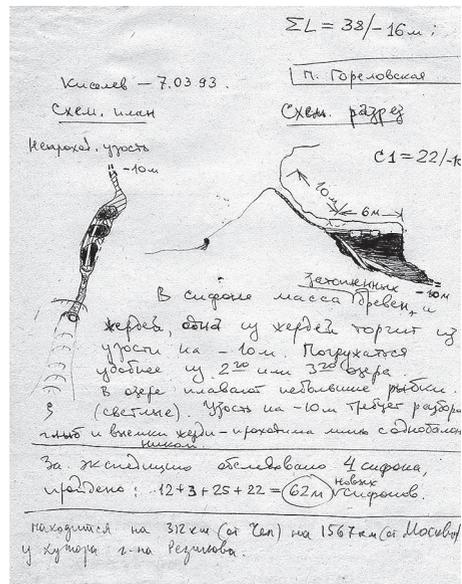


Рис. 9. Сифон пещеры Гореловская

Сам сифон на момент обследования был полон затопленными бревнами и жердями. Они остались здесь от импровизированного настила над окнами, сооруженного местными жителями для проникновения в дальнюю часть пещеры. Через 22 м и на глубине 10 м подводниками была встречена узость, образованная глыбами известняка и затопленной жердью. Дальнейшее продвижение вглубь сифона возможно только после разбора этого завала. В подземном озере подводники зафиксировали наличие нескольких рыб небольших размеров с очень светлой окраской. Вполне возможно, что эти рыбы являются троглобионтами, т. е. живущими только под землей.

Погружение в этот сифон (рис. 9) осуществил 7 марта 1993 г. В. Киселев, страховку выполнял В. Комаров.

Совместные со спелеоподводниками исследования позволили полнее выяснить картину развития карстовых явлений в этом районе, оценить перспективы

дальнейшего развития (удлинения) этих пещер и возможности для повторных результативных проходов изученных сифонов, а также наметить планы поисково-разведочных работ на водосборных участках.

Автор статьи выражает искреннюю благодарность группе спелеологов Москвы и Рязани, принявших участие в этой экспедиции, за их вклад в дело исследования карстовых явлений и пещер Челябинской области.

Таким образом, за время этой экспедиции спелеоподводниками были произведены погружения в четырех пещерах Ашинского района и пройдено 62 погонных метра новых сифонов при суммарной достигнутой глубине 37 м (табл.).

Таблица

Морфометрические данные сифонов в изученных пещерах

№	Название пещеры	№ сифона	длина, м	глубина, м
1	Шалашовская	1	12	5
2	Ериклинская	1	3	3
3	Сухая Атя	2	25	19
4	Гореловская	1	22	10

### Послесловие

Эта статья была подготовлена автором в 1993 г. для публикации во 2-ом, очередном, сборнике «Вопросы уральской спелеологии». Но, по разного рода причинам, этот сборник так и не вышел в свет. Спустя два года, 8 марта 1995 г., при исследовании длинного и сложного сифона (около 250 м длиной) в пещере ЖВ-56 в Архангельской области погиб один из участников нашей экспедиции в Ашинском районе — Владимир Киселев. Впоследствии пещера была названа его именем. В этом году исполнился 21 год со дня трагической гибели нашего товарища и соратника в исследованиях подземного мира. Отдавая дань памяти и уважения к заслугам в отечественной спелеологии этому замечательному человеку и талантливому спелеологу, автор счел необходимым вернуться к этой забытой статье и дать возможность читателям сборника «Пещеры» узнать из нее еще об одном эпизоде из такой короткой, но очень яркой жизни Владимира Энгельсовича Киселева (рис. 10).

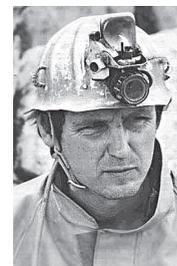


Рис. 10. В. Э. Киселев

Приведенные в тексте этой статьи рисунки-схемы и краткие описания пройденных сифонов в пещерах Ашинского района были выполнены рукой самого Владимира Киселева.

**Б. Р. Мавлюдов**

*Институт географии РАН*

## **О ВНУТРЕННИХ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМАХ ЛЕДНИКОВ И ЛЕДНИКОВЫХ ЩИТОВ**

**B. R. Mavlyudov**

*Institute of geography RAS*

## **ABOUT INTERNAL DRAINAGE SYSTEMS OF GLACIERS AND GLACIAL SHEETS**

### **Summary**

Modern representations in glacier hydrology cannot explain formation of internal drainage systems in glaciers and glacial sheets, their dynamics and evolution. It can make neither glaciologists nor speleologists who study glacial caves. Attempts to explain formation of internal drainage systems by modeling have not resulted as they are not based on the real fact data. Therefore now in glacier hydrology has produced many errors and delusions. Statements are represented erroneous: 1) water always moves on glaciers bed; 2) all glaciers bed can be covered by linked cavities or by distributed channels; 3) hydrofractures can reach from surface to glaciers bed (in cold glaciers also); 4) moulins can origin for some hours; 5) water can cut into ice from a surface to the big depth and create subglacial drainage systems; 6) water forms systems of channels under glacial sheets of the big thickness and cold ice, etc. It turns out, that there is no system of channels known now or their complexes which could explain formation of systems of an internal drainage of glaciers and glacial. It is offered the model of water movement in glaciers along sliding planes which are located on some depth from ice surface (100–200 m). Thus movement of glaciers becomes subglacial when the sliding plane reach glacier bed. But also in this case subglacial water movement alternates with englacial, and the sliding plane represents the smoothed surface contacting only with juts of a subglacial relief. In polythermal glaciers the sliding planes are located on the basis of cold ice layer. In temperate glaciers sliding plane are situated not deeper then 100-150 m from an ice surface. Formation of sliding planes is not quite clear yet; they can be connected with features of snow accumulation on glaciers. Water penetrates from surface on a sliding plane through crevasses which change during time into moulins. On sliding planes water extends in thickness of ice providing spring acceleration of glaciers movement. Originally film movement of water along sliding planes (not effective drainage system) quickly turns into canalized waterways (effective drainage system). Representation about water movement along sliding planes can explain many hydrological processes in glaciers: spring acceleration of glacier movement, outbreaks

of glacial lakes, esker's formation and probably glaciers surges. The offered model of water movement in glaciers along sliding planes can serve as natural model of formation of karst caves on cracks.

### **Введение**

Современная гидрология ледников выглядит довольно хорошо разработанной. Ей посвящено огромное число публикаций, которые касаются как частных вопросов, таких как формирование отдельных каналов или колодцев, так и самых общих вопросов, таких как влияние ледникового дренажа на динамику ледников [6, 13, 17 и др.]. На основании результатов исследований, приведенных в этих публикациях, построены многочисленные теории и гипотезы, которые лежат в основе объяснения многих процессов, происходящих в ледниках: от обычного движения ледников, до весенних ускорений, пульсаций, прорывов ледниково-подпрудных озер и многого другого. На основании этих теорий и гипотез построены многочисленные математические модели, которые предсказывают поведение гидрологических систем внутри ледников и под ними (например, [24]).

Казалось бы, в гидрологии ледников все благополучно, все уже известно, все изучено. Но если присмотреться более внимательно, то оказывается, что многие построения в ледниковой гидрологии основываются вовсе не на фактах, а на предположениях, которые оказываются, практически, ни на чем не основаны. Например, никто до сих пор не знает, как движется вода внутри ледников. Все это фактически приводит к тому, что теории и гипотезы не работают, а математические модели дают неверные результаты.

В этой статье мы приведем анализ имеющихся данных, явных несоответствий и предложим решение, которое способно убрать эти несоответствия.

### **Что известно**

Попробуем разобраться, что реально известно в гидрологии ледников. Талая вода в зоне абляции формируется при таянии льда, формирует водные потоки, которые концентрируются и формируют древовидную систему поверхностного дренажа. Если на леднике нет трещин, и ледник не очень активный, то на языке ледника водный поток начинает врезаться в лед, иногда на значительную глубину. Однако еще не известно ни одного случая, когда поверхностный поток врезался бы в лед на глубину более 30 м [2]. Поэтому предположение, что поверхностные каналы способны формировать подледные системы дренажа является ошибочным [20]. Врезанные каналы могут замыкаться пластической деформацией, запечатываться снегом и льдом, формируя систему внутрiledного дренажа. Очень образно некоторые исследователи называют такую систему дренажа «подкожной» [10]. Подобные системы дренажа или вернее их участки могут встречаться и на ледниках с активным движением в зонах сжатия, где нет активных трещин.

Если на леднике имеются трещины, то поверхностные водотоки могут поглощаться ими, формируя ледниковые колодцы [6]. Всегда ли это происходит? Нет не всегда. Часто вода затекает в трещину, заполняет ее, после чего спокойно

вытекает из нее. Это сразу же ставит под сомнение возможность формирования гидротрещин во всех случаях, когда трещины заполняются водой. Однако в тех случаях, когда вода в нижней части трещины находит выход, то по трещине формируется ледниковый колодец, который отводит воду в глубину ледника. При этом глубина колодцев равна глубине материнской трещины [2]. Колодцы также могут формироваться по захороненным (покинутым водой) ледяным каньонам [33]. Никаким другим способом ледниковые колодцы формироваться не могут. Мнение о том, что колодцы могут формироваться при попятной эрозии [29, 46] является ошибочным. Скорее всего, и в этом случае колодец мог контролироваться трещиной.

Куда девается вода из ледниковых колодцев, мы знаем только в редких случаях. Иногда (очень редко) вода по каскаду колодцев уходит к ложу ледника, но чаще со дна колодца начинается каскад мелких колодцев или субгоризонтальный канал, которые рано или поздно завершаются сифоном. Как правило, протяженность каналов, которые удается исследовать с поверхности через ледниковые колодцы, не превышает первые сотни метров. Оказалось также, что глубина колодцев в политермальных ледниках (в них сверху слой холодного льда, а снизу — слой теплого, т.е. с нулевой температурой) примерно соответствует толщине слоя холодного льда [35]. Обычно глубина колодцев в теплых ледниках не превышает 40 м, и лишь только в исключительных случаях она может увеличиваться до 80 м, как это, например, было измерено на леднике Мер де Глас во Франции [42]. В политермальных ледниках сплошные колодцы имели глубину до 80 м [2]. На ледниковых щитах не известны колодцы, имеющие глубину более 200 м [20, 42], поэтому данные о глубине колодцев в 400 и 600 м, скорее всего, являются ошибочными [9].

Еще нам известны пещеры на языках ледников. Они приурочены к единичным участкам выхода воды из ледников и представляют собой туннели уплощенной или округлой формы с ледяным сводом (а иногда и полом), которые прослежены внутрь ледников на расстояние до первых сотен метров. Известны также подледные каналы в языковых частях ледников или в мертвом льду.

В некоторых случаях каналы могут начинаться в местах слияния притоков ледников, в некоторых — они могут быть подледными [12]. Аналогичные каналы могут формироваться в местах стока на ледник вод с окружающих склонов [2]. Протяженность этих пещер также не превышает нескольких сотен метров.

Известен только один пример сквозного прохождения пещеры на языке активного ледника [41] и несколько примеров сквозного прохождения пещер в мертвом льду [2, 8]. Во всех этих случаях полости были подледными и имели небольшую протяженность. При этом и толщина льда над пещерами была небольшой.

Как устроена система дренажа между участками поглощения и воды и ее выходом мы не знаем, но удалось установить, что в начале сезона абляции система внутреннего дренажа ледников бывает неэффективной, вода через нее движется медленно, а в конце периода — становится эффективной [13]. Иными словами,

если в начале сезона дренаж происходит через небольшие извилистые каналы, по которым вода перемещается долго и медленно, то в конце сезона абляции происходит спрямление и расширение каналов, по которым вода перемещается с большой скоростью. То есть пропускная способность системы внутреннего дренажа в течение сезона абляции возрастает. В конце сезона абляции каналы начинают смыкаться, и пропускная способность каналов уменьшается, с наступлением морозов их пропускная способность сходит на нет.

Все остальное, о чем пишут научные статьи и на чем основываются многочисленные математические модели, относится к тому, что мы не знаем.

### **Что неизвестно**

Собственно, что происходит внутри ледника с водой, которая поглощается с поверхности ледника, как раз и не известно. Некоторые исследователи предлагают использовать для исследования системы внутреннего дренажа ледников принцип «черного ящика», у которого мы знаем сигнал на входе и сигнал на выходе [37]. Для этого наиболее часто используют метод окрашивания воды [26]. Однако все эти методы могут дать очень осредненную оценку размеров и свойств каналов внутренней дренажной системы. А если учесть, что во многих случаях неизвестная часть системы внутреннего дренажа составляет многие километры (а для окраинных частей Гренландии — многие десятки километров), то становится понятным, что осредненные показатели дают совсем немного информации. Многие исследователи, основываясь на том, что на языках ледников всегда выходит вода с большим количеством взвешенных наносов, считают, что вода течет исключительно под ледником, размывая моренные отложения. В действительности, мы не знаем, что происходит внутри ледника: течет ли вода постоянно по ложу или нет. Особенно наивными выглядят утверждения, что вода через ледниковые колодцы и трещины может достигать ложа ледников в Гренландии, где толщина ледника достигает 1000 м, а температура внутри льда составляет минус 29°C [15]. Как показали исследования [7, 32], вода не может двигаться внутри льда с температурой ниже минус 8°C, она просто в этих условиях замерзает в каналах и трещинах. Тем не менее, на предположении, что вода достигает ложа ледника в Гренландии, базируется множество опубликованных работ, количество которых неизменно растет (например, [13, 15]).

Если вода не может достигнуть ложа ледника в Гренландии, то как же тогда происходит летняя активизация движения льда на краю ледникового щита, которая доказана измерениями [47]? Второй вопрос: как устроены, формируются и эволюционируют системы внутреннего дренажа ледников? Попробуем сначала разобраться с этим вопросом.

### **Системы внутреннего дренажа ледников**

Несмотря на то, что мы не знаем, как движется вода внутри ледников, существуют предположения о нескольких механизмах перемещения воды между точками входа и выхода [6, 13, 17]: внутриледный дренаж по трещинам

[18], вадозным каналам Хука [25], фреатическим каналам Рётлисбергера [44], подледный дренаж по каналом Ная, врезанным в ложе [39], уплощенным каналам [38], через связанные полости [31] и рассредоточенные каналы [11], подледниковый дренаж через моренные отложения и через горные породы (преимущественно, карстующиеся, [14]).

Не все опции из этого арсенала внутреннего дренажа наблюдались в действительности, некоторые из них отмечались в языковых частях ледников, а некоторые выведены только теоретически (как, например, рассредоточенные каналы, которые были предложены как альтернатива связанным полостям на рыхлом ложе). В том или ином виде, по-видимому, все предложенные системы внутреннего дренажа могут существовать в ледниках. Открытым остается вопрос, как сформировались системы внутреннего дренажа? Как мы уже говорили выше, поверхностная дренажная сеть в очень редких случаях может врезаться до ложа ледников. Это может происходить на языках или краях ледников там, где толщина льда меньше 30 м. В некоторых случаях такие каналы могут формировать «подкожную» систему внутреннего дренажа. Поскольку этот метод формирования внутреннего дренажа имеет очень серьезные ограничения, то он не может считаться универсальным методом формирования систем внутреннего дренажа в ледниках.

Как это не удивительно, но авторы не объясняют происхождение Н-, N- и R-каналов. Понятно, что на локальном уровне все эти каналы можно получить по трещинам во льду или по контакту льда и ложа. Однако нет ни одного известного механизма, который мог бы объяснить формирование систем каналов подобного типа внутри ледников. Существуют лишь единичные попытки объяснения формирования систем внутреннего дренажа, которые не универсальны [2, 32]. В настоящее время наиболее популярной является идея формирования систем каналов вдоль ледникового ложа [13], до которой доходят каналы с поверхности через трещины, заполненные водой, превращающиеся в гидротрещины. Эта идея не выдерживает никакой критики. Во-первых, гидротрещины никак не могут формироваться в зонах сжатия, несмотря на попытки представить, что это возможно [15], во-вторых, гидротрещины не могут проникать через очень холодный лед, в-третьих, нет никаких побудительных причин формирования каналов на ложе ледника. Скорее, там возникают условия для уничтожения любых возникших полостей. Мало того, прямые исследования показали, что на некоторых участках ложа даже горно-долинных ледников с небольшой толщиной льда (в частности, в переуглублениях ложа) вода отсутствует [16, 17, 23, 27]. Как следствие, то же самое относится и к ложу ледниковых щитов, которые имеют неизмеримо большую толщину льда.

Обратимся к связанным полостям, наиболее популярным среди исследователей. Они, без сомнения, существуют. Но так, как предполагает большинство авторов, они функционировать не могут. Оказалось, что: 1) подобные полости могут формироваться только на скальном ложе, которое в большинстве случаев покрывает только некоторую, часто небольшую, часть ложа ледника; 2) очень

часто подобные полости заполнены воздухом, а не водой [23, 30], то есть эти полости никак не оказывают воздействие на движение ледника; 3) подобные полости были обнаружены для ледников, у которых ложе сложено известняком, не очень распространенным под ледниками, а на других породах существование подобных полостей не доказано. Мало того, оказалось, что даже в известняках под ледниками могут существовать подобные полости, которые заполнены водой, но никак не связаны между собой [1]. Иными словами, связанные полости никак не могут объяснить формирование систем внутреннего дренажа ледников. Даже если рассредоточенные каналы местами и существуют, это никак не может сказаться на возможности формирования всей системы внутреннего дренажа ледников. Рыхлые подледные отложения также не могут быть основой систем внутреннего дренажа, поскольку распространены пятнами, а не повсеместно. Мало того, если бы подледные рыхлые отложения могли бы дренировать воду из ледников, то мы бы видели на языках ледников не концентрированный сток через ледниковые пещеры, а рассредоточенный сток по всему языку ледника из моренных отложений. Каналы в горных породах под ледниками возможны только в редких случаях, когда ледники подстилаются карстующимися горными породами, и потому такой способ дренажа не может быть универсальным и повсеместным.

Наш краткий анализ показал, что ни один из известных способов внутреннего дренажа ледников не способен самостоятельно сформировать систему внутреннего дренажа даже в ледниках небольших размеров, не говоря уже о ледниковых щитах. Оказалось, что и комплекс известных разнообразных способов внутреннего дренажа не способен сформировать систему внутреннего дренажа ледников. Для этого нет никаких механизмов. Все это означает, что в природе существует некий способ внутреннего дренажа ледников, который не был известен до настоящего времени.

### **Механизм формирования систем внутреннего дренажа**

Как мы отмечали ранее [3] в горно-долинных ледниках внутри толщи льда имеются плоскости скольжения. По этим плоскостям происходит преимущественное движение льда внутри ледниковой толщи. Это означает, что лед ниже плоскости скольжения движется с меньшей скоростью, чем лед, расположенный выше плоскости скольжения. В некоторых случаях возможно движение льда над неподвижным, мертвым участком льда. Такое возможно на переуглублениях ложа [3]. Сколько таких плоскостей скольжения существует внутри ледникового льда на разных ледниках доподлинно не известно. Чтобы это выяснить, необходимо проведение специальных детальных исследований.

Выяснилось, что при толщине льда менее 100 м, и, если ложе ровное, то плоскость скольжения располагается вблизи ледникового ложа и касается его во многих точках. Если же ледниковое ложе неровное, то плоскость скольжения сглаживает все неровности ложа, касаясь его только на скальных выступах или ригелях. Если это так, то внутренний дренаж, приуроченный к плоскостям скольжения, будет располагаться совсем не обязательно в тальвегах долин. Эти

плоскости скольжения и используются водой для перемещения внутри ледниковой толщи. Почему вода будет стремиться течь именно по плоскостям скольжения? А потому, что это наиболее энергетически выгодно. Плоскость скольжения — это наиболее ослабленный участок в толще ледникового льда, а в случае холодного льда — это самый теплый участок. Поэтому мы предполагаем, что нижние части систем внутреннего дренажа ледников приурочены к плоскостям скольжения внутри ледниковой толщи. Таким образом, когда мы говорим о внутреннем дренаже ледников, то в случае ледниковых щитов мы можем называть их преимущественно внутриледными, поскольку подледное положение системы внутреннего дренажа приобретают только на краях ледниковых щитов там, где толщина льда менее 100-150 м. В горно-долинных ледниках с толщиной менее 100-150 м мы можем говорить о подледно-внутриледном дренаже, поскольку участки подледного расположения каналов на ригелях перемежаются с участками внутриледных каналов между ригелями. Во всех случаях каналы, приуроченные к плоскостям скольжения будут иметь щелевую уплощенную форму, и только на языках ледников форма каналов может изменяться. В таком случае они превращаются в N- или R-каналы. Аналогичная форма каналов может возникнуть и в случаях, когда вода непосредственно затекает на плоскости скольжения, например, при прорыве озер, образовавшихся в местах слияния ветвей ледников.

Если таково строение нижней части систем внутреннего дренажа, то становится понятным, как вода с поверхности ледника может попадать на плоскости скольжения ледников. Происходит это по трещинам и по системам связанных трещин. Возможно, в некоторых случаях здесь могут участвовать и гидротрещины, но они должны распространяться во льду прямолинейно, а большинство ледниковых колодцев имеют ступенчатую структуру. Если эта ступенчатость достаточно регулярная, то система колодцев могла сформироваться по наклонной трещине [2]. В политермальных ледниках, где плоскости скольжения приурочены к контакту холодного и теплого льда, ледниковые колодцы формируются по трещинам, которые напрямую пробивают толщу холодного льда. В холодных ледниках формирование внутреннего дренажа возможно лишь в том случае, если трещины достигают плоскости скольжения. Это можно применить, например, для Гренландии, где глубина ледниковых колодцев не превышает 200 м. По всей видимости, именно на этой глубине и располагаются плоскости скольжения, по которым происходит формирование каналов внутреннего дренажа. Использование водой для движения внутри ледников вертикальных трещин и плоскостей скольжения может объяснить формирование систем внутреннего дренажа ледников и ледниковых щитов любой протяженности. Однако нетрудно догадаться, что предложенный механизм движения воды в ледниках никак не менее умозрачен, чем те механизмы, которые были рассмотрены выше. Поэтому хотелось бы иметь доказательства как существования плоскостей скольжения внутри ледникового льда, так и возможности формирования дренажных каналов по этим плоскостям.

Сразу хочется оговориться, что, к сожалению, доказательств, подтверждающих нашу гипотезу пока еще не очень много. Но они есть. Рассмотрим их. Самый

сложный вопрос, без сомнения, это плоскости скольжения внутри ледниковой толщи. В монументальной литературе они описаны не были. Однако по исследованиям в Антарктиде было выяснено, что на глубине 100-200 м от поверхности существует очень выдержанная плоскость скольжения, которую удалось проследить на протяжении 1400 км [4, 5]. Происхождение этой плоскости не совсем понятно, но интересно то, что направления движения льда выше и ниже плоскости скольжения не совпадают. Огромная протяженность плоскости скольжения говорит о том, что это не локальное, а глобальное явление. Это означает, что подобные плоскости скольжения могут быть встречены не только в других частях антарктического ледникового щита, но и на других ледниковых щитах и ледниках. Как минимум, наличие подобных плоскостей скольжения можно предположить и в Гренландии. В таком случае, становится вполне понятной глубина известных в Гренландии ледниковых колодцев (не глубже 200 м), которые просто достигают плоскости скольжения. Присутствие такой плоскости скольжения внутри толщи льда в Гренландии объясняет все открытые до настоящего времени феномены: весенне-летнее ускорение движения льда, дренаж наледниковых озер через отмершие или возродившиеся ледниковые колодцы, подъем и опускание поверхности льда при прорывах озер и после них и др. Есть ли свидетельства присутствия плоскости скольжения в зоне абляции ледникового щита? Да, есть. Например, при проведении сейсмических исследований в районе Шведского лагеря выяснилось, что в летнее время сейсмические явления, которые можно связать с формированием трещин и движением льда, были приурочены к поверхности ледника (формирование поверхностных трещин) и к глубинам 150-200 м от поверхности (по-видимому, это и есть плоскость скольжения). При этом никаких сейсмических сигналов с ложа получено не было [43]. Это однозначно говорит о том, что движение льда приурочено не к ложу ледника, а к плоскости скольжения. Косвенным свидетельством присутствия плоскости скольжения является известная глубина ледниковых колодцев. При исследовании температуры ледниковой толщи в Гренландии был обнаружен выброс значения температуры, когда внутри холодной толщи был обнаружен слой с температурой, близкой к нулевой [45]. Скорее всего, измерения происходили вблизи плоскости скольжения. Глубина этой плоскости в месте исследований составляла около 50 м. Поскольку в верхней части ледяной толщи измерения проводились через 5 м глубины, то вполне вероятно предположить, что температурные датчики могли не оказаться вблизи плоскостей скольжения, что подтверждается отсутствием температурных выбросов по другим скважинам.

А то, что плоскости скольжения могут существовать и на более мелких ледниках можно увидеть, например, по работе [36], в котором на небольшом леднике было обнаружено разнонаправленное движение верхних и нижних слоев льда.

На языках многих ледников на Шпицбергене прослеживаются следы залеченных плоскостей скольжения, к которым приурочены глинистые или щебенистые отложения. В некоторых случаях к этим плоскостям приурочены небольшие ледниковые пещерки или выходы воды, как это отмечалось на леднике

Ловен [28], ледниках Западный Гренфиорд, Фритъф, Ааватсмарк и др. [2]. Именно плоскости скольжения использовались для сброса воды из теплого ядра политермальных ледников. Некоторые типы плоскостей скольжения могут быть найдены и на теплых ледниках [40].

Все это говорит о том, что плоскости скольжения могут быть общим явлением для ледников самых разных типов.

### Формирование систем внутреннего дренажа ледников

Чтобы сформировалась система внутреннего дренажа ледника (не «подкожная»), для этого достаточно, чтобы вода с поверхности ледника попала на плоскость скольжения льда (рис. 1).

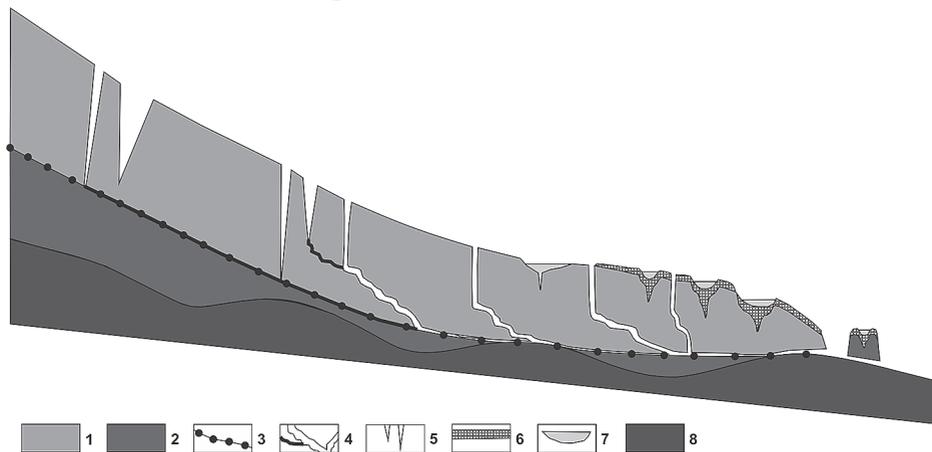


Рис. 1. Разрез языка горно-долинного ледника или края ледникового щита с системой внутреннего дренажа. 1 — лед, более активно движущийся слой, 2 — более стабильный или мертвый лед, 3 — плоскость скольжения, 4 — дренажные каналы, 5 — трещины, 6 — моренные отложения, 7 — озеро, 8 — породы ложа

Сначала вода на плоскость скольжения из нижней части трещины затягивается в очень ограниченных количествах. Это пленочное движение воды. От замерзания воду предохраняет тепло, выделившееся при трении льда об лед при движении ледника по плоскости скольжения. Но смачивание плоскости скольжения приводит к уменьшению трения при движении льда по льду, что ведет к ускорению движения льда, а также к ускорению засасывания воды на плоскость скольжения. При этом вода распространяется не только по направлению движения льда, но и на некоторое расстояние вбок. А если учесть протяженность трещин, то становится понятной большая площадь смачивания плоскости скольжения в начале сезона абляции. Через некоторое время существенная часть плоскости скольжения ниже трещины оказывается смоченной водой. Движение воды по плоскости скольжения приводит сначала к зарождению микроканалов в пределах этой плоскости.

Поступлению воды на плоскость скольжения благоприятствует давление столба воды в ледниковой трещине, которое может обеспечить небольшое всплывание льда над этой плоскостью. Движение воды по микроканалам и плоскости скольжения представляет собой неэффективную систему дренажа внутри ледника. Чем дальше распространяется вода от контакта вертикальной трещины и плоскости скольжения, тем больше территория смачивания и меньше коэффициент трения на плоскости скольжения. Объединение результатов поглощения воды в плоскость скольжения от нескольких трещин приводит к ускорению движения льда. Благодаря неразрывности начавшего движение массива льда ускорение затрагивает и вышележащие участки льда.

Постепенно по микроканалам из-за давления воды формируются вполне полноценные уплощенные дренажные каналы. Скорость перемещения воды увеличивается, каналы разрастаются, перехватывают воду у более мелких каналов, и перемещение воды становится все более эффективным. Однако в любом случае при этом может присутствовать как каналовое, так и пленочное движение воды в пределах плоскости скольжения. При обособлении поверхностных потоков, поступающих в трещины и при должном оттоке воды от дна трещин (при развитой системе каналов в пределах плоскости скольжения) на месте трещины начинает формироваться ледниковый колодец. Размеры колодца будут тем больше, чем больше расход воды в потоке, поглощаемом трещиной.

Осенью, с уменьшением потока талой воды, каналы, возникшие за лето вдоль плоскости скольжения, начинают замыкаться за счет уменьшения их поперечного сечения под действием пластической деформации, а в холодном льду — также за счет намерзания нового льда на стенки каналов. С прекращением поступления воды с поверхности ледника происходит полное замыкание каналов под весом вышележащего льда. Следующей весной все повторяется, но в этом случае к трещинам, по которым вода поступает к плоскостям скольжения, присоединяются ледниковые колодцы, сформировавшиеся ранее. Находясь в холодном льду или в верхней части ледяной толщи, они менее подвержены действию пластической деформации.

### Что может и что не может объяснить новая гипотеза?

Несмотря на то, что новая гипотеза, объясняющая движение воды внутри ледников, не очень хорошо подкреплена фактами, она может объяснить многие явления, происходящие на ледниках. Во-первых, как уже говорилось ранее, гипотеза может объяснить формирование и эволюцию системы внутреннего дренажа на любом леднике любых размеров и любого теплового состояния. Во-вторых, гипотеза может объяснить весеннее ускорение движения льда на любом леднике. В-третьих, она может объяснить изменение поверхности ледников при опорожнении наледных озер. В-четвертых, гипотеза может объяснить прорывы ледниково-подпрудных озер, когда вода из них находит выход на плоскость скольжения или в уже сформировавшуюся систему каналов. В-пятых, может объяснить формирование и поведение озон, когда они проецируются

на подстилающий рельеф, не подчиняются ему (озы могут спускаться и подниматься по склонам). Согласно гипотезе, озы представляют собой каналы на краю ледникового щита, которые заложились по плоскости скольжения при интенсивном таянии поверхности ледникового щита. Они стали заполняться отложениями при уменьшении толщины льда, когда плоскость скольжения стала касаться выступающих элементов подстилающего рельефа. В-шестых, гипотеза, вероятно, может объяснить некоторые случаи ледниковых пульсаций, когда массиванный выброс на плоскость скольжения воды, аккумулированной внутри ледника. По каким-то причинам, в отличие от прорывов ледников-подпрудных озер, в этом случае вода распространяется по всей плоскости скольжения, а не в пределах определенных путей дренажа.

В настоящее время предлагаемая гипотеза не может объяснить всех случаев ледниковых пульсаций, формирования ледниковых селей и др.

#### **Наиболее частые заблуждения, связанные с гидрологией ледников**

Перечислим наиболее частые заблуждения, связанные с гидрологией ледников:

- 1) уходя с поверхности, вода всегда движется по ложу ледников;
- 2) все ложе ледников может быть покрыто связанными полостями и рассредоточенными каналами; все связанные полости заполнены водой и объединены друг с другом;
- 3) вода интенсивно перемещается внутри подледных отложений;
- 4) гидротрещины могут с поверхности достигать ложа ледников даже в очень холодном льду;
- 5) ледниковые колодцы могут формироваться за несколько часов и всегда достигают ложа ледников; колодцы могут формироваться не по трещинам и не по захороненным ледяным каньонам;
- 6) поверхностные водотоки могут врезаться с поверхности до ложа ледников при любой толщине льда;
- 7) вода может формировать каналы или сеть каналов под ледниковыми щитами для сброса озерных вод;
- 8) каналы могут формироваться по сжатым трещинам, заполненным обломками породы [19];
- 9) распластывание гидрографа потока, протекающего в весеннее время через подледный канал, связано с извилистостью пути, а не подпруживанием потока [21, 22];
- 10) длина кабеля измерителя давления в воде, спускаемого в ледниковый колодец, соответствует глубине ледникового колодца [9].

#### **Применимость гидрологии ледников к карстовым исследованиям**

Как мы отмечали ранее [33], ледниковые пещеры и карсты ледников очень похожи на карстовые системы в растворимых горных породах. А поскольку процесс формирования карстовых форм в ледниках происходит очень быстро — за месяцы, а не за десятки и сотни тысяч лет, это означает, что формы ледникового

карста могут служить натурными моделями формирования рельефа в растворимых горных породах. Гипотеза формирования каналов внутреннего дренажа в ледниках по плоскостям скольжения может быть использована в карстовой гидрологии для объяснения и моделирования формирования карстовых систем не очень глубокого заложения по трещинам.

#### **Заключение**

В статье приведен анализ возможности использования существующих представлений о движении воды внутри ледников для формирования систем внутреннего дренажа в горно-долинных ледниках и ледниковых щитах. Показано, что ни одна из форм возможного перемещения воды внутри ледника не способна создать систему внутреннего дренажа. Не способен создать систему внутреннего дренажа и комплекс представлений о перемещении воды внутри ледника. Предлагается гипотеза формирования систем внутреннего дренажа по плоскостям скольжения, которые расположены внутри ледникового льда. Кроме формирования и эволюции систем внутреннего дренажа ледников, гипотеза может объяснить многие явления, связанные с гидрологией ледников: весеннее ускорение движения ледников, в том числе и ледниковых щитов, изменение поверхности ледниковых щитов после дренажа наледных озер, прорывы ледниково-подпрудных озер, формирование озов и некоторые случаи ледниковых пульсаций. В тоже время гипотеза не может объяснить все случаи ледниковых пульсаций и формирование ледниковых селей. В статье приводится перечень заблуждений, которые связаны с гидрологией ледников и намечаются пути использования подобия ледникового карста и карста растворимых горных пород для натурального моделирования карстовых систем.

Работа выполнена в рамках госзадания № 0148-2014-0004.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Мавлюдов Б. Р. О некоторых элементах подледного дренажа // Материалы гляциологических исследований. 1999. Вып. 88. С. 135-139.
2. Мавлюдов Б. Р. Внутренний дренаж ледников. М.: Институт географии РАН. 2006. 396 с.
3. Мавлюдов Б. Р. Системы внутреннего дренажа ледников Шпицбергена // Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа: материалы международной научной конференции (Мурманск, 6-8 ноября 2014 г.). 2014. Вып. 12. М.: ГЕОС. С. 173-178.
4. Марков А. Н. Различие в динамике поверхности Восточно-Антарктического ледникового щита в интервале глубин 0-200 м // Материалы гляциологических исследований. 2007а. Вып. 102. С. 12-22.
5. Марков А. Н. Особенности корреляции по глубине и простиранию динамических свойств ледникового покрова Восточной Антарктиды в интервале глубин 0–450 м // Материалы гляциологических исследований. 2007б. Вып. 103. С. 11-24.

6. Патерсон У. С. Б. Физика ледников. Пер. с англ. Гросвальда М. Г. и др. Под ред. Котлякова В. М. 1984. М.: Мир. 472 с.

7. Шумский П. А. Основы структурного ледоведения. 1955. М.: Из-во АН СССР. 492 с.

8. Anderson C. H.; Vining J. R., Vining M. R., Nichols C. M. Evolution of the Paradise/Stevens Glacier ice caves // *Bull. NSS*, v. 56, n. 2, 1994, p. 70-81.

9. Andrews L. C., Catania G. A., Hoffman M. J., Gulley J. D., Lüthi M. P., Ryser C., Hawley R. L., Neumann T. A. Direct observations of evolving subglacial drainage beneath the Greenland Ice Sheet // *Nature*, V. 514. 2014. doi:10.1038/nature13796

10. Badino G. Glacial karst phenomenology // *Proc. 13th International Congress of Speleology — Brasilia 2001*, p. 211-216.

11. Bartholomaeus T. C., Anderson R. S., Anderson S. P. Growth and collapse of the distributed subglacial hydrologic system of Kennicott Glacier, Alaska, USA, and its effects on basal motion // *Journal of Glaciology*, Vol. 57, No. 206, 2011, P. 985-1002.

12. Benn D. I., Kristensen L., Gulley J. D. Surge propagation constrained by a persistent subglacial conduit, Bakaninbreen–Paulabreen, Svalbard // *Annals of Glaciology*. 2009. 50(52). P. 81-86.

13. Benn D. I., Evans D. J. A. 2010. *Glaciers and glaciation*. 2nd ed. London: Hodder Education. 802 p.

14. Clark G. Subglacial processes // *Annual Review Earth Planet*. 2005. 33. P. 247–276.

15. Das S.B., Joughin I., Behn M.D., Howat I.M., King M.A., Lizarralde D., Bhatia M.P. Fracture propagation to the base of the Greenland ice sheet during supraglacial lake drainage // *Science*. 2008. 320(778). P. 778-781.

16. Flowers G. E., Jarosch A. H., Belliveau P. T. A. P., Fuhrman L. A. Short-term velocity variations and sliding sensitivity of a slowly surging glacier // *Annals of Glaciology*. 2016 doi:10.1017/aog.2016.7

17. Fountain A. G., Walder J. S. Water flow through temperate glaciers // *Reviews of Geophysics*. 1998. 36(3). P. 299-328.

18. Fountain A. G., Jacobel R. W., Schlichting R., Jansson P. Fractures as the main pathways of water flow in temperate glaciers // *Nature*. 2005. 433(7026). P. 618-621.

19. Gulley J. D., Benn D. I. Structural control of englacial drainage systems in Himalayan debris-covered glaciers // *Journal of Glaciology*. 2007. 53(182). P. 399–412.

20. Gulley J. D., Benn D. I., Sreaton E., Martin J. Mechanisms of englacial conduit formation and their implications for subglacial recharge // *Quaternary Science Reviews*. 2009. 28. P. 1984–1999.

21. Gulley J. D., Walthard P., Martin J., Banwell A. F., Benn D. I., Catania G. Conduit roughness and dye-trace breakthrough curves: why slow velocity and high dispersivity may not reflect flow in distributed systems // *Journal of Glaciology*. 2012. 58(211). doi: 10.3189/2012JoG11J115

22. Gulley J. D., Spellman P. D., Covington M. D., Martin J. B., Benn D. I., Catania G. Large values of hydraulic roughness in subglacial conduits during conduit enlargement: implications for modeling conduit evolution // *Earth Surf. Process. Landforms* (2013) DOI: 10.1002/esp.3447

23. Hantz D., Lliboutry L. Waterways, ice permeability at depth, and water pressures at Glacier d'Argentic`re, French Alps // *Journal of Glaciology*. 1983. 29(102). P. 227–239.

24. Hewitt I. J. Seasonal Changes in Ice Sheet Motion due to Melt Water Lubrication // *Earth and Planetary Science Letters*. 2013. 371–372. P. 16–25.

25. Hooke RLeB. On the role of mechanical energy in maintaining subglacial water conduits at atmospheric pressure. *Journal of Glaciology*. 1984. 30 (105). P. 180-187.

26. Hooke RLeB, Miller S. B., Kohler J. Character of the englacial and subglacial drainage system in the upper part of ablation area of Storglaciaren, Sweden // *Journal of Glaciology*. 1988. 34(117). P. 228-231.

27. Hooke R.LeB., Pohjola V. A. Hydrology of a segment of a glacier situated overdeepening, Storglaciaren, Sweden // *Journal of Glaciology*. 1994. 40(134). P. 140-148.

28. Irvine-Fynn T. D. L., Hodson A. J., Kohler J., Porter P. R., Vatne G. Dye tracing experiments at Midre Lovénbreen, Svalbard: preliminary results and interpretations // Mavlyudov B.R., editor. *Proceedings of 7th GLACKIPR Symposium «Glacier Caves and Glacial Karst in High Mountains and Polar Regions»*. 2005. Moscow: Institute of geography RAS. P. 36-43.

29. Irvine-Fynn T. D. L., Hodson A. J., Moorman B. J., Vatne G., Hubbard A. L. Polythermal glacier hydrology: a review // *Rev. Geophys*. 2011. 49, RG4002, doi:10.1029/2010RG000350.

30. Kamb B., La Chapelle E. Direct observation of the mechanism of glacier sliding over bedrock // *Journal of Glaciology*. 1963. 5 (38). P. 159-172.

31. Kamb B. Glacier surge mechanism based on linked-cavity configuration of the basal water conduit system // *Journal of Geophysical Research*. 1987. 92(B9). P. 9083-9100.

32. Mavlyudov B. R. Problems of En- and Subglacial Drainage Origin. In: Griselin M, editor. *Actes du 3e Symposium International Cavites Glaciaires et Cryokarst en Regions Polaires et de Haute Montagne, Chamonix-France, 1er-6.XI.1994*. Annales Litteraires de l'universite de Besancon. 1995. 561, serie Geographie 34. P. 77-82.

33. Mavlyudov B. R. Glacial karst, why it is important to research // *Acta Carstologica*. 2006. 35(1). P. 55-67.

34. Mavlyudov B. R. Internal drainage of glaciers and its origin // Editors: Land L., Kern Z., Maggi V., Turri S. *Proceedings of the Sixth International Workshop on Ice Caves, August 17-22, Idaho Falls, Idaho, USA: NCKRI Symposium 4*. 2014. Carlsbad (NM): National Cave and Karst Research Institute. P. 50-58.

35. Mavlyudov B. R., Solovyanova I. Yu. Comparison of cold and temperate glacier caves // Eraso A, editor. *Proceedings of 6th GLACKIPR Symposium «Glacial Caves and Karst in Polar Regions» (3-8 September 2003, Ny-Alesund; Svalbard, Lat. 79°N)*. 2003. Madrid: SEDECK. P. 157-162.

36. McCall J. G. The internal structure of a cirque glacier, report on studies of the englacial movements and temperature // *Journal of glaciology*. 1952. 2(12). P. 122-131.

37. Murray T., Clarke G. K. C. Black-box modeling of the subglacial water system // *Journal of Geophysical Research*. 1995. 100(B6). P. 10231-10245.

38. Ng F. S. L. Canans under sediment-based ice sheet // *Annals of Glaciology*. 2000. 30. P. 146-152.

39. Nye J. F. Water flow in glaciers: jökulhlaups, tunnels and veins // *Journal of Glaciology*. 1976. 17 (76). P. 181-207.

40. Phillips E., Finlayson A., Bradwell T., Everest J., Jones L. Structural evolution triggers a dynamic reduction in active glacier length during rapid retreat: evidence from Falljökull, SE Iceland // *J. Geophys. Res. Earth Surf.* 2014. 119, doi:10.1002/2014JF003165.

41. Rehac J., Rehac J. New informations on the interior drainage of subpolar glaciers of Southwest Spitsbergen // *Griselin M., ed. Actes du 3 Symposium International «Cavites glaciaires et cryokarst en regions polaires et de haute montagne», Chamonix-France, 1-6.XI.1994. Annales litteraires de l'universite de Besancon. 1995. 561, serie Geographie. 34. Besancon. P. 93-100.*

42. Reynaud L., Moreau L. Moulins Glaciaires des Temperes et Froids de 1986 a 1994 (Mer de Glace et Groenland). In: *Griselin M, editor. Actes du 3e Symposium International Cavites Glaciaires et Cryokarst en Regions Polaires et de Haute Montagne, Chamonix-France, 1er-6.XI.1994. Annales Litteraires de l'universite de Besancon. 1995. 561. serie Geographie. 34. P. 109-113.*

43. Röösli C., Walter F., Husen S., Andrews L. C., Lüthi M. P., Catania G. A., Kissling E. Sustained seismic tremors and icequakes detected in the ablation zone of the Greenland ice sheet // *Journal of Glaciology*. 2014. 60(221). doi: 10.3189/2014JoG13J210

44. Röthlisberger H. Water pressure in intra- and subglacial channels // *Journal of Glaciology*. 1972. 11(62). P. 177-203.

45. Ryser C., Lüthi M. P., Andrews L. C., Hoffman M. J., Catania G. A., Hawley R. L., Neumann T. A., Kristensen S. S. Sustained high basal motion of the Greenland ice sheet revealed by borehole deformation // *Journal of Glaciology*. 2014. 60(222). doi: 10.3189/2014JoG13J196

46. Vatne G., Irvine-Fynn T. D. L. Morphological dynamics of an englacial channel // *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* 2015. 12. P. 7615–7664.

47. Zwally H. J., Abdalati W., Herring T., Larson K., Saba J., Steffen K. Surface melt-induced acceleration of Greenland ice-sheet flow // *Science*. 2002. 297(5579). P. 218-222.

**В. В. Александров, М. А. Исламгулов**

*Салаватский клуб спелеологов, республика Башкортостан*

## **ОПИСАНИЕ ПЕЩЕРЫ ГРАНДИОЗНАЯ ИМ. В. А. АНУФРИЕВА**

**V. V. Aleksandrov , M. A. Islamgulov**

*Salavat club of cave explorers, Republic of Bashkortostan*

## **DESCRIPTION OF THE CAVE GRANDIOZNAYA OF V. A. ANUFRIEVA**

### **Summary**

The surprising cave Grand, found in 1999 includes a row of large systems. Ancient galleries are located horizontally or poorly obliquely and form two horizontal, sustained at the certain levels of a tier. The cavity is formed in limestones. The entrance to a cave is located in a pomy funnel. During spring snowmelt or heavy rains the entrance to a cave Grand becomes the place of intensive absorption of a surface water, and in the winter the cavity is blocked fierce.

Пещера находится в 32 км от д. Верхотор в Мелеузовском районе (Башкортостан), на правом берегу р. Урюк, правого притока р. Нугуш. Пещера найдена Владом Александровым в 1999 г. С 1999 г. по настоящее время исследование пещеры ведется под руководством Салаватского клуба спелеологов (республика Башкортостан). На сегодняшний день пещера имеет длину 7181 м и глубину 189 м (рис. 1).

### **Геолого-геоморфологическая характеристика района**

Полость образована в известняках, стратиграфически относящихся к верхнему карбону (С3) и представленными двумя разностями.

1. Битуминозированные известняки имеют массивную текстуру, темно-зернистую структуру, от темно-серого до черного цвета, часто пронизаны разнонаправленными, секущими кальцитовыми прожилками белого цвета. На свежих изломах появляется специфический запах нефти. В этих породах образована вся верхняя привходовая часть пещеры.

2. Органогенные светло-серые известняки. Их отличительная черта — более светлая окраска и наличие большого количества ископаемой фауны. В этих породах образована большая часть пещеры, начиная с конца основного меандра и до самых нижних известных горизонтов пещеры.

3. В целом слоистость известняков верхнего карбона (под углом приблизительно 100°) падает на север.

Помимо известняков в строении разреза этого отдела участвуют также темно-серые, черные, скрыто зернистые породы, имеющие более высокую, чем у известняков, твердость. По всей видимости, это углеродосодержащие кремнистые известняки, в пещере они наблюдаются в виде пластов и линз, а в 400 м к западу от входа в полость они слагают мощную полосу, где, в свою очередь, ассоциируются с кремнями — прочными скрыто зернистыми породами, имеющими серо-синюю, коричневую окраску.

Непосредственно вблизи от системы ходов пещеры (к востоку 200–300 м) проходит контакт известняков верхнего карбона и более древних осадочных пород нижнего девона ( $D_1$ ), которые представлены песчаниками и кварцито-песчаниками. Залегание этих пород друг с другом несогласное, и их контакт, вероятно, имеет тектонический характер.

Все выше рассмотренные геологические образования, как и все основные уральские структуры, простираются субмеридионально.

Таким образом, карстующейся является узкая полоса известняков с видимой мощностью приблизительно 600 м, геоморфологически она хорошо выражается довольно протяженным (3 км) суходолом и цепочкой карстовых воронок. В целом такое положение вещей является благоприятным для развития карста, подземные воды зоны сифонной циркуляции движутся в южном направлении в коридоре из некарстующихся пород, зоной разгрузки является источник Ибрагимовский, расположенный в 4 км южнее от входа в пещеру, на правом берегу р. Урюк. Дебит источника в меженный период составляет не менее 300 л/мин.

### Описание полости

Превышение входа в пещеру над точкой разгрузки подземных вод составляет 240 м. Сам вход в пещеру Грандиозная расположен в понорной воронке (размеры: С-Ю — 31 м, по оси В-З — 43 м, глубина — 14 м), замыкающей собой ложину длиной около 300 м с руслом временного водотока. Во время весеннего снеготаяния или сильных дождей вход в пещеру Грандиозная становится местом интенсивного поглощения поверхностных вод. По этой причине после дождливой осени зимой вход в полость затекает льдом. Размеры входа: ширина 4,5 м; высота 1 м. Данные размеры выдерживаются до начала меандра. До ПК 14 меандр сохраняет ширину 0,5 м. Потолок меандра покрыт натечной корой, слабая капель, на дне — стоячие лужи. Начиная с ПК 14, идет расширение и есть возможность спуска на дно. ПК 16 — вход в предколлодцевый грот. Слева находится полка, где возможен перекус, переодевание, отдых.

Входной меандр обрывается 12-метровым уступом в зале Афродиты. По дну меандра течет постоянный ручей, который разгружается в Обвальном зале, падая с высоты 14 м. В ноябре 2001 г., в период снеготаяния, во вход затекал ручей (около 1 м<sup>3</sup>/мин.). Расход же ручья в Обвальном зале был настолько велик, что капли воды долетали до ПК 54. В Обвальном зале ручей соединяется с ручьем, вытекающим из 2-го меандра с северо-востока зала, протекает по Ручейной галерее и уходит в сифон Надежда. В зале ПБЛА к ручью присоединяется еще

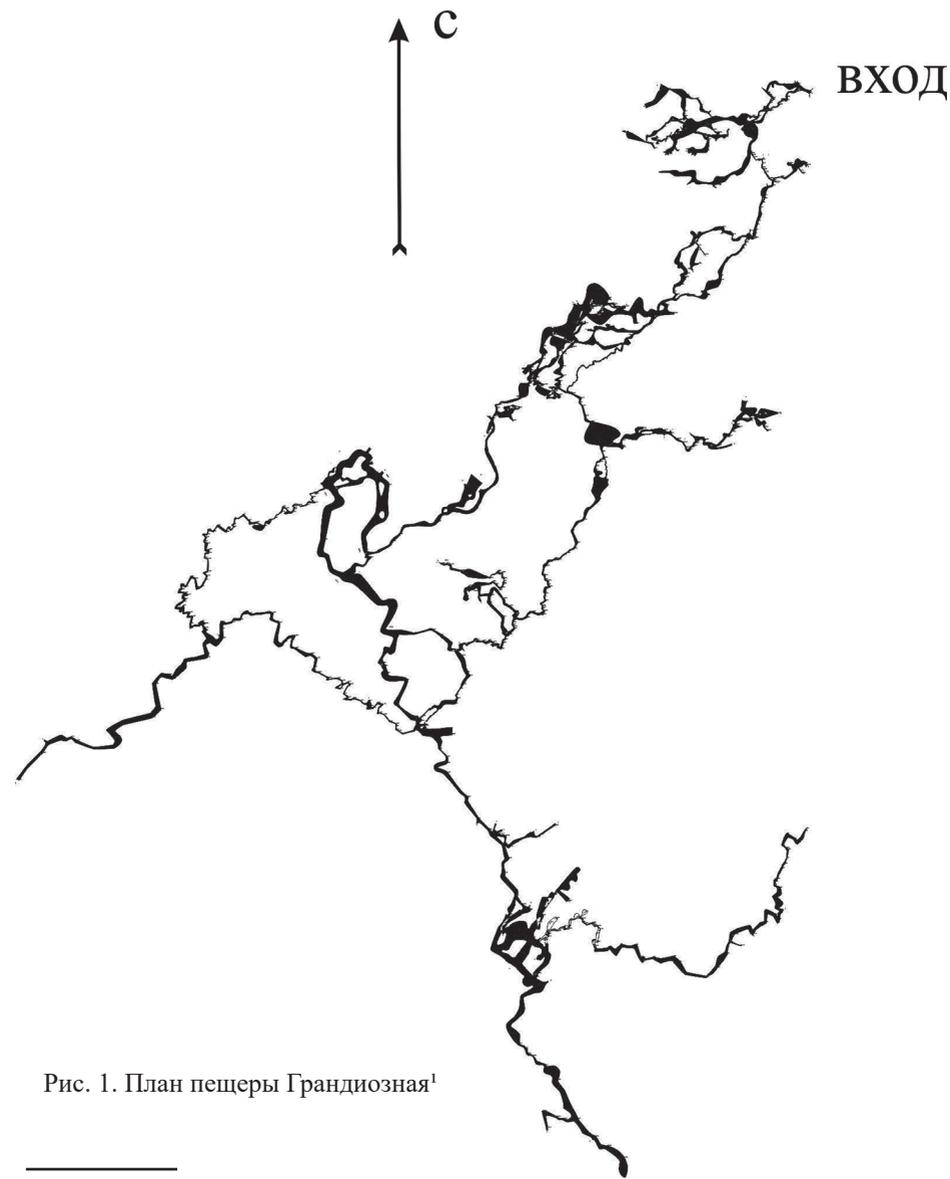


Рис. 1. План пещеры Грандиозная<sup>1</sup>

<sup>1</sup> В топосъемке пещеры с 2001 по 2014 гг. принимали участие: А. Корчашкин, О. Порождкина, А. Асылгужин, Е. Романова, Р. Дильмухаметов, А. Ааб, Ю. Сафина, С. Федосов, Н. Евченко, А. Сарычева, В. Индиенко, Д. Дашкин, Д. Григорьев, И. Фарахов, К. Булатова, Е. Романова, Е. Фаизова, А. Мухаметдинов, М. Солдатов, А. Рашидов, Е. Захарова, О. Давлетова, А. Ибатуллин, Е. Иткулов, Р. Лукманов, С. Базлов, С. Гаврилов, Д. Адршин, В. Ануфриев, В. Александров, И. Александров, К. Ануфриев, М. Исламгулов, А. Чаус, С. Чаус, Б. Манаев, Д. Шарафутдинов, Э. Петроченко, Г. Баймухаметова, Э. Евченко, Р. Самигулин, А. Галлямова, Л. Позднякова, У. Кузничкина, В. Потапов, Е. Афанасьева, В. Савинов, Д. Давлеткулова, Т. Заведеева, А. Гильмуров, Г. Фархшатова, Т. Никитина

один. В сифонном озере просвечивается проход. В ноябре 2001 г. расход ручья, затекающего в сифон, был значителен, но при этом уровень сифона по сравнению с августом 2001 г. не изменился, здесь в августе 2001 г. были обнаружены рачки. В августе 2002 г. было отмечено значительное понижение уровня сифона (около 25 см). Тогда же проведена разведка (3 м). Сифон высотой 30 см и шириной 50 см идет горизонтально-наклонно (около 150 м) вниз и постепенно сужается. Дно покрыто илом и мелким щебнем. Дальнейшее прохождение сифона возможно, но только с использованием аквалангов.

**Галерея Ручейная.** Галерея от Обвального зала до ПК 52 завалена крупными обломками породы (нанос из зала), далее пол покрыт мелкими камнями, щебнем, галькой. В галерее довольно часто встречаются массивные пласты глины (до 1,5 м) с вкраплением песка, щебня, гальки (самый высокий в зале ПБЛ). В галерее встречаются следы подтопления или паводкового ручья (луковицы растений, обломки веток). Потолок и стены галереи покрыты «макаронами», «бочками». В зале ПБЛ (юг зала) находится натека «Стушенное молоко» высотой около 1,7 м. Других натечно-капельных образований в галерее нет.

**2-й меандр.** Еще во время проведения августовской экспедиции вызвал интерес меандр, идущий с северо-востока в Обвальный зал. В августе 2002 г. была проведена топосъемка (74 м) и исследование (около 150 м). Топосъемка затруднена узостью меандра (в некоторых местах до 20 см). Меандр сохраняет направление северо-северо-восток. При входе в меандр встречается огромный обломочный материал и большое количество щебня, глины, гальки. Пол, стены и потолок меандра покрыты ониксом. По ходу меандра встречаются два небольших, но высоких зала: Ягодка и Дак-Хок. В первом зале находятся гуры, пол затянут глиной, во втором — вверху ход. Оба зала богаты натеками. Вход в третий зал затруднен узостью. По дну меандра течет ручей.

**Зал Афродиты.** Пол, стены зала покрыты мощной натечной корой. Здесь же находится натечная колонна Дядька Черномор высотой около 12 м. Под колонной — гуры, гуровые ванночки, заполненные водой. По колонне стекает вода. Натечная кора пола, гуры, заполненные водой, сохраняются до ПК 55. Слева от хода у стены — кальцитовые кристаллы в виде «снега», далее пол покрыт мощным слоем глины. По левой стороне глина покрыта тонким слоем кальцита. В зале Памелы Андерсон натечная кора аналогична той, что и в зале Афродиты. За натеком находится вход в систему Илюшкина радость. Справа по ходу находится вход в систему Гномов. Слева от ПК 59 по глине тянется кальцитовая дорожка. Галерея упирается в водобойную яму. В правом верхнем углу вверх идет органная труба диаметром 1 м. Из органа течет ручей. На юго-западе от ямы (ПК 60) находится ход, перекрытый натечным образованием флаг-ксилофоном. Ход выводит в зал с озером. От ПК 62 влево идет ход в глыбовый завал, под зал. На всем протяжении хода справа стены покрыты натечной корой. В зале постоянная капель. От озера ведут два меандра-разлома, из которых идет ток воздуха в пещеру. Исследование меандров не проводилось по причине узости. В зале обнаружена просос-промоина глубиной 1,3 м. Пол зала покрыт глыбами, цементированными кальцитом.

**Система Гномов** представляет собой отдельную ветвь ходов, начало которых берет слева от пикета 58 в глыбовом завале. Спуск по завалу идет вниз, местами почти вертикально. Отдельные глыбы имеют внушительные размеры — до 3 м. В конце спуска начинает просматриваться полость и сама система Гномов. Здесь находится дно зала Памела Андерсон, которое завалено на 10–12 м в связи с обрушением потолка. Здесь виден небольшой ручей (расход 1–1,5 л/мин., август 2001 г.), который берет свое начало от зала Афродиты, стекая по колонне Дядька Черномор, он собирается у правой стены зала Памелы Андерсон. Ходы Гномов держат северо-западное направление и представляют собой узкие горизонтальные ходы с гладкими стенами, образующие сказочные арки. Отсюда и пошло название *система Гномов*.

В. А. Ануфриев, памяти которого названа пещера, завидев следующий крутой поворот, промолвил: «Тьфу ты, и правда, Гномы!». Начальная часть хода и вся система не имеет натечно-капельных образований, сильно забита влажной глиной. Ручей, протекающий в привходовой части, по самим ходам не проходит, а появляется в самой конечной части в небольшом зале, где можно выпрямиться (тот ли это ручей — пока не установлено). На всем протяжении к нему ход идет как главный, имея многочисленные ответвления, сильно забитые глиной с прослойкой воздуха 10–15 см.

Возле ПК 68 по правой стене имеется отверстие, возле которого «дует воздух». После небольшого расширения хода удалось рассмотреть, что ход идет ниже основного примерно в том же направлении. Возле ПК 77 главный ход раздваивается. Здесь начинается значительное расширение до 1,5 м. Левый ход сильно занесен глиной по высоте. Ширина хода доходит до 2 м, приходится передвигаться ползком. Ход еще тянется 12–15 м и заканчивается полным заносом глины. Правый ход от ПК 77 также начинает расширяться и «скатываться» в конечный маленький зал шириной до 2 м, длиной до 10 м. Здесь небольшой ручей с малым расходом воды до 1 л/мин. (август 2002 г.) уходит влево под скалу, где находится колодец. Размеры отверстия колодца на данный момент, после его искусственного расширения, составляют около 25х60 см. Колодец был обнаружен при первоначальном прохождении пещеры (октябрь 2000 г.). Уже тогда была предпринята попытка расширения отверстия, так как вход сильно зарос кальцитовой корой и сталагматами и являлся единственным местом в системе Гномов, где были натечно-капельные образования. Скорее всего, это связано с постоянным поступлением воды.

Зал представляет собой «перекресток», в который впадают множество мелких ходов, большинство органного типа. Общее направление вниз в колодец. Спуск в колодец был осуществлен в ноябре 2001 г. После короткого сужения 1–0,5 м выпадает в зал строго сферической формы диаметром 10–12 м. Щель в него находится в стороне от центра, сама же сфера расположена под залом. На дне колодца — сифон, уходящий под 45° вниз на северо-запад. Сифон выглядит как два отверстия некруглой формы диаметром 50 см с крючкообразными стенками и галечным дном. Оба отверстия находятся друг от друга на расстоянии 1,5 м. Внизу колодца — сильная капель, глины нет, галечное дно имеет наклон к сифону.

При повторном спуске в колодец, в августе 2002 г., был обнаружен ход «орган» овальной формы 70x25 см по левой стене зала, в котором расположен вход колодца. Отверстие напоминает трубу длиной около 5 м, уходящую вверх по наклонной около 40°. Из органа в колодец вдоль стены тянется кальцитовая тропинка, что указывает на незначительный постоянный водоток. В самой трубе стены гладкие, в конце виднеется сужение, присыпанное камнями. Находясь в органе, мы могли слышать, как работает другая группа в системе Плюшкина радость, которая занималась расчисткой хода возле ПК 114 (и по прямой около 60 м). Параллельно работающая группа также слабо слышала окрики. Примечательно то, что возможность слышать звуки, появляется непосредственно в «трубе», за ее пределами — абсолютная тишина. По причине круглого наклона и скольжения орган пока не пройден. При дальнейшем изучении и поисках в системе Гномов это направление является одним из приоритетных.

**Система Илюшкина радость** найдена в августе 2001 г. Илья Александров, занимаясь фотосъемкой полости, обратил внимание, что за натек в зале Памелы Андерсон влетают и вылетают летучие мыши. При осмотре места был найден ход, заваленный глыбами. В ноябре 2001 г. завал был разобран и обнаружена система ходов. Вход в систему представляет собой узкое отверстие в глыбах, преодолев его, попадаешь в горизонтальную галерею (высота 85 см, ширина 1 м), где почти сразу справа начинается ход, ведущий в зал Кроха, а основная галерея через 4 м вверх по глыбовой осыпи выводит в зал. Зал имеет в плане почти круглую форму (4,5 м), и если перед ним в галерее натечных образований не наблюдалось, то этот зал богат ими: довольно крупные сталактиты, брчки, флаги, пагодообразные сталагмиты высотой 60–70 см, спускающиеся со стен и искрящиеся от кристаллических щеток кальцита натечные коры. Цвет в основном белый.

Из зала в разных направлениях ответвляется 4 хода. Три из них были изучены ноябрьской экспедицией 2001 г. Один снова выводит к залу Памелы Андерсон между пикетами 56-57, другой (ПК 116) — заканчивается глиняной пробкой. Третий ход (ПК 114-117) продолжает основное простираение системы Илюшкина радость и обрывается небольшим колодцем глубиной 8 м (?). На дне глыбовые завалы.

Последний четвертый ход (203° от ПК114) первоначально был непроходим, но в 5 м проглядывалось большое расширение. Во время августовской экспедиции 2002 г. после трехдневной работы его удалось расширить. В результате спелеологи проникли в небольшую галерею высотой и шириной около 2,5-3 м и протяженностью около 30 м, чрезвычайно богатую разнообразными кальцитовыми образованиями. Кроме традиционных сталактитов, брчков, флагов, натечных кор, здесь присутствуют редкие для Урала гелектиты, по ванночкам с водой белоснежные щетки игольчатых кристаллов кальцита, а также уникальные образования, названные нами *венчиковыми сталактитами*. Они представляют собой сталактиты-соломины длиной до 30 см белого цвета, реже они совершенно прозрачны, на кончиках они увенчаны радиально-лучистыми агрегатами игольчатых кристаллов кальцита.

Галерея не заканчивается, а продолжается дальше, потолок понижается до 1 м высотой, дальше вправо виднеется начало хода, но исследовательская группа не решилась идти дальше, в виду того, что эти редкие образования невозможно было сохранить.

Помимо рассмотренных выше галерей и залов в системе ходов Плюшкина радость есть также зал Кроха. Расположен он несколько обособлено от основных ходов системы. После поворота направо у ПК 110 попадаешь в широкий, но низкий ход, чтобы пройти в зал, необходимо преодолеть довольно узкое место. Высота зала достигает 4 м, ширина 6 м и длина 8 м, пол постепенно понижается. Юго-западная стена покрыта белой натечной корой и имеет большое количество сталактитов. Пол зала глиняный, местами в стенах проглядываются занесенные глиной отверстия, возможно, там идет продолжение системы.

### Выводы

В морфологическом отношении пещера имеет сложное строение и относится к типу комбинированных. Наклонные и вертикальные участки полости сменяются системой практически горизонтальных ходов.

Сложный морфологический облик пещеры обусловлен наложением более молодых карстовых образований на систему древних. Древние галереи часто имеют большие объемы, мощные натечные образования (натечная колонна Дядька Черномор высотой около 12 м), значительные (до 2,5 м) глинистые отложения, большое количество щебнисто-глыбового материала — все это свидетельствует об этапах обрушения и цементации в развитии пещеры, это заключительные этапы развития карстовых полостей. Древние галереи располагаются, как правило, горизонтально или слабо наклонно и образуют два горизонтальных, выдержанных на определенных уровнях яруса: верхний глубиной 50–58 м (например, зал Афродиты, система Илюшкина радость, верхняя часть зала Памелы Андерсон), нижний — 70–76 м (например, система Гномов, система Кроха, нижняя часть зала Памелы Андерсон, начальная часть галереи Ручейная).

Часто наблюдается совмещение двух ярусов: происходит обрушение пород между галереями, находящимися на разных глубинах, в результате возникают полости с большим объемом и глыбовым завалом на дне. Ярким примером служит зал Памелы Андерсон, отметка глубины потолка зала 50 м, а дна под завалом — приблизительно 70 м.

Ярусность пещеры связана с эрозионными циклами развития речной сети района.

Привходовая часть полости резко отличается от рассмотренной выше. Узкие высокие с корродированными стенами ходы, сильно обводненные во время весеннего снеготаяния и сильных дождей, отсутствуют глинистые и в незначительном количестве присутствуют натечные образования, отсутствует обломочный материал. Это современное развитие карста. Если для систем древних горизонтальных галерей пещеры на основании сопоставления с поверхностями выравнивания и речными террасами можно предположить время образования,

укладывающееся в интервал позднего плиоцена — раннего плейстоцена ( $N_{2-3}$  —  $Q_1$ ), то для молодых галерей привходовой части это, вероятно, поздний плейстоцен — голоцен ( $Q_3$  —  $Q_4$ ).

Узкие коридорированные ходы близ сифонной части пещеры относятся к самым молодым, они сильно обводнены во время весеннего снеготаяния и сильных дождей, в них присутствуют глинистые и натечные образования, совсем нет обломочного материала. Близ сифонной части полости в полотне галереи обнажается большое количество слойков и линзочек черных кремнистых известняков, их мощность и количество увеличиваются по мере приближения к сифону. Образование сифона, скорее всего, связано более или менее выдержанным телом этих кремнистых слабо растворимых известняков, создающих преграду для продвижения воды, но в то же время отсутствие следов подтопления во время паводка свидетельствует о небольшой их мощности.

## ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕР

### DEPOSITS OF CAVES

Н. В. Лаврова

Горный институт УрО РАН

### ДИНАМИКА ОЛЕДЕНЕНИЯ В КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ ЗА 2011—2015 ГГ

N. V. Lavrova

Mining Institute UB of RAS

### DYNAMICS OF THE FREEZING IN THE KUNGUR ICE CAVE FOR 2011—2015

#### Summary

Thawing and annual restoration of ice formations — natural process in a cave. Process speed, and also the area of zones of continuous and seasonal frost penetration depend on cave service conditions. The Kungur Ice cave is object of mass tourism. In the conditions of intensive operation control and preservation of environment of a cave is necessary. The Kungur laboratory makes regular hydrometeorological observations over changes of a microclimate, the hydrogeological phenomena, deformation processes, etc.

Glyatsiologicheskyy monitoring allows to track dynamics of development of snow and ice formations. Observations are made on the reference points put in the naledyakh.

Кунгурская Ледяная пещера является объектом массового туризма. В условиях интенсивной эксплуатации необходим контроль и сохранение природной среды пещеры. С 1974 г. Кунгурская лаборатория-стационар проводит регулярные гидрометеорологические наблюдения за изменениями микроклимата, гидрогеологическими явлениями, деформационными процессами и т.д.

Гляциологический мониторинг позволяет проследить динамику развития снежных и ледяных образований. Наблюдения проводятся по заложенным в наледях реперам (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения реперов гляциологического мониторинга

Непрерывные ежемесячные замеры льда позволили выявить изменения объемов льда по всем реперам в течение года. В таблице 1 представлены замеры в 2015 г по реперам, установленным в зоне постоянных отрицательных температур.

Испарение льда отмечалось по реперам № 1, 5, 6 в гроте Бриллиантовый и проходе Бриллиантовый-Полярный. Наиболее стабильное состояние льда отмечается для репера № 9 в наледи между гротами Полярный и Данте. По

реперу № 10 в гроте Горе Толстякам фиксируется постоянное уменьшение льда до середины лета, в дальнейшем — увеличение. По реперу № 8 замеры с июля отсутствуют, так как наледь вокруг репера в северо-восточном секторе грота Полярный растаяла.

Для реперов в зоне переходных температур отмечается иной режим развития оледенения (табл. 2). Репер № 11 заложен в натеке на стене в гроте Крестовый. Эпизодическое поступление воды в весенний период из трещины, под которой образовался натек, ведет к интенсивному утолщению ледяной коры.

Репера № 12, 13 установлены в наледях на полу грота Крестовый. До мая наледи полностью замерзшие. В мае и июне показатели по реперу — высота столба воды надо льдом. Вода на поверхности в свою очередь покрыта тонким льдом. В августе вода замерзла, с этого времени показатели по реперам — высота реперов надо льдом.

Таблица 1

Абляция (ΔА) льда по реперам в зоне отрицательной температурной аномалии в Кунгурской Ледяной пещере в 2015 г.

№ репера	Дата замера												ΔА, мм
	15.01	16.02	14.03	17.04	15.05	16.06	14.07	14.08	14.09	15.10	06.11	15.12	
1	90	93	90	95	97	97	96	97	97	97	92	104	-14
3	298	303	304	304	303	310	312	307	312	313	310	316	-18
4	70	70	70	70	70	70	68	74	72	70	75	70	-
5	202	203	202	205	205	205	205	206	203	206	208	210	-8
6	139	140	145	142	145	141	142	144	141	145	142	146	-7
7	173	180	170	170	180	174	172	179	173	178	178	178	-8
8	115	118	120	70	70								-120
9	69	69	70	69	70	70	70	72	70	70	72	75	-6
10	90	90	97	92	95	98	100	96	95	95	95	98	-10

Общие тенденции изменений массы льда за 2011–2015 годы представлены в таблице 2 и на рисунках 2, 3. При сравнении данных наблюдений по реперам в течение 2011–2015 годов отмечаются периодические колебания в течение года с различной степенью интенсивности. На их фоне четко прослеживается общее повышение значений абляции в зоне отрицательных температур. Визуально это явление фиксируется по уменьшению площади наледей.

В зоне переходных температур (грот Крестовый) наблюдается обратная картина — площадь наледей (репер № 12, 13) увеличивается. При повышении температуры до положительных значений верхний слой наледей тает, в отдельных случаях

вода покрывается тонким льдом. При последующем понижении температуры зафиксировано значительное увеличение толщины и площади наледи.

С 2012 г. наблюдается устойчивое повышение температуры воздуха на 3°C на поверхности в течение холодного периода (табл. 3), однако границы постоянного и сезонного оледенения в привходовой части пещеры остаются без изменений. Происходит это, главным образом, за счет привнесения и укладки ледяных глыб вдоль экскурсионной тропы, кольматации трещин снегом при входе в грот Бриллиантовый, герметизации шлюзовых дверей во входном тоннеле.

Таблица 2

Абляция и аккумуляция по реперам в переходной зоне и зоне отрицательных температурных аномалий Кунгурской Ледяной пещеры в 2011–2015 годах

№ репера	Дата замера					Абляция (ΔА), мм	Аккумуляция (ΔА)	
	13.01.12	17.01.13	15.01.14	15.01.15	15.01.16		мм/год	г/см <sup>2</sup>
Зона отрицательной температурной аномалии								
1	54	55	68	90	104	50	12,5	-1,1
3	270	274	290	298	316	46	11,5	-1,0
4	150	155	152	160	165	15	3,8	-0,3
5	174	189	139	216	210	36	9,0	-0,8
6	125	132	168	139	146	21	5,3	-0,5
7	167	152	197	173	178	11	2,8	-0,3
8	108	155	155	115	0	155		-14,0
9	135	153	155	164	167	32	8,0	-0,7
10	158	180	156	170	175	22	5,5	-0,5
Переходная зона								
11	80	55	39	40	60	41	10,2	+0,9
12	150	146	115	67	20	130	32,5	+2,9
13	110	125	109	59	40	85	21,2	+1,9

Абляция (уменьшение массы наледей) в пещерах происходит при таянии либо испарении льда. Сокращение площадей наледей в зоне отрицательных температур в КЛП в 2011–2015 годах произошло в результате интенсивного испарения. Ледяные глыбы, занесенные в пещеру в 2014 и 2015 годах, позволили сохранить микроклиматические условия, достаточные для сохранения льда, а также компенсировали потерю льда в естественных наледях.

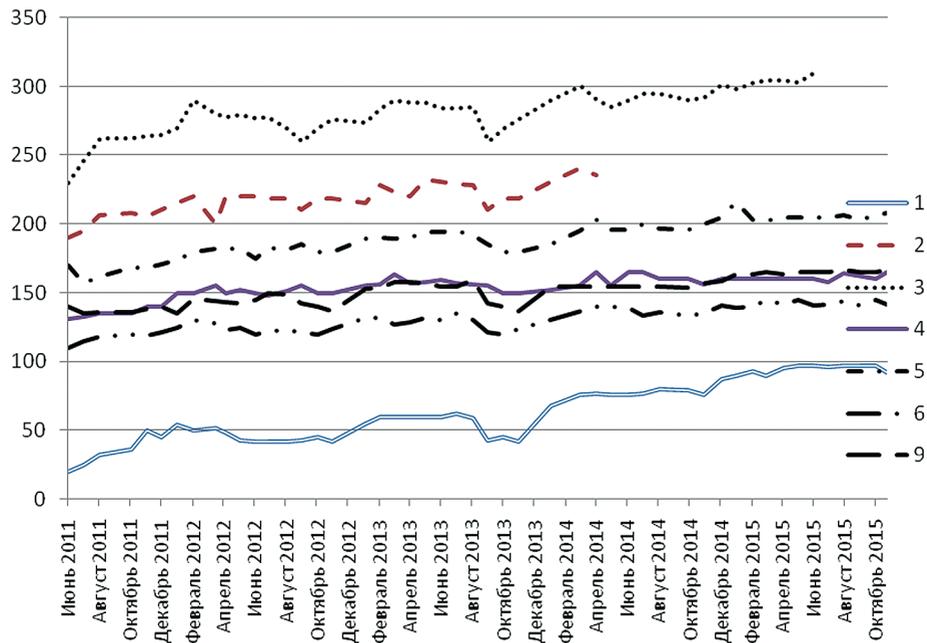


Рис. 2. Абляция по реперам в Кунгурской Ледяной пещере в 2011–2015 годах (зона отрицательной температурной аномалии)

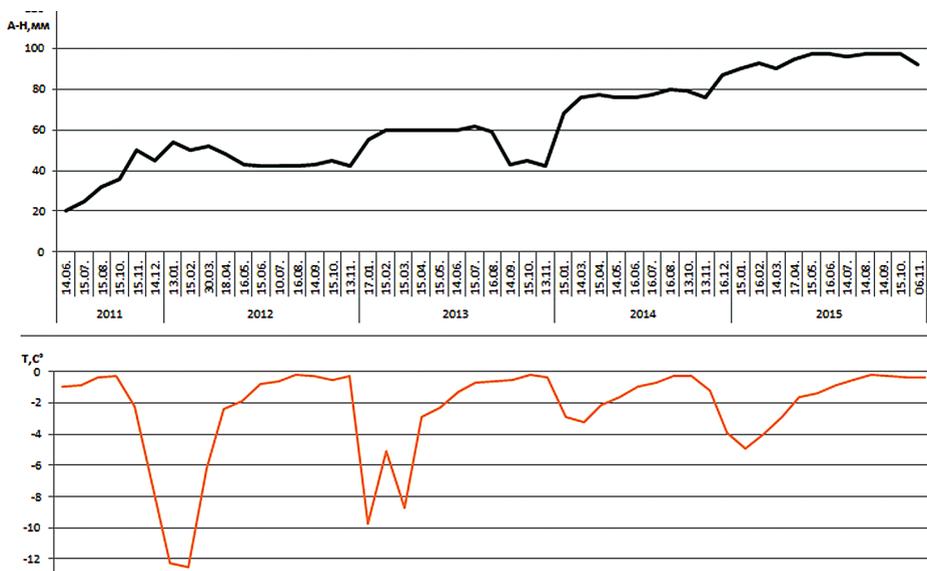


Рис. 3. Абляция-аккумуляция льда в гроте Бриллиантовый по реперу №1 в 2011–2015 годах, синхронизированная с ходом температуры воздуха

Температура воздуха на поверхности в холодные периоды 2012–2015 гг.

Средняя температура хол. периода 2012–2013 гг.	Средняя температура хол. периода 2013–2014 гг.	Средняя температура декабря 2014 г.	Средняя температура января 2015 г.	Средняя температура февраль 2015 г.	Средняя температура хол. периода 2014–2015 гг.
-12,8	-9,6	-5,5	-10,0	-4,6	-6,7

Границы многолетнего льда на входе в пещеру остаются неизменными с 2011 г. Граница минимального оледенения на Большом экскурсионном кольце проходит по северо-восточной части грота Крестовый, на Малом экскурсионном кольце — по входу в грот Западный. Граница максимального оледенения проходит по входу в грот Морское Дно; по тоннелю, ведущему в грот Смелых, по входу в грот Геологов. Зона постоянного оледенения: от входного тоннеля до гротов Крестовый (включительно) и Западный, зона сезонного оледенения: в пределах Большого кольца — грот Руины и вход в грот Морское Дно, в пределах Малого кольца — от входа в грот Западный до входа в грот Геологов и три метра от развилки в сторону грота Смелых. Вся остальная часть пещеры находится в пределах постоянных положительных температур (рис. 4).

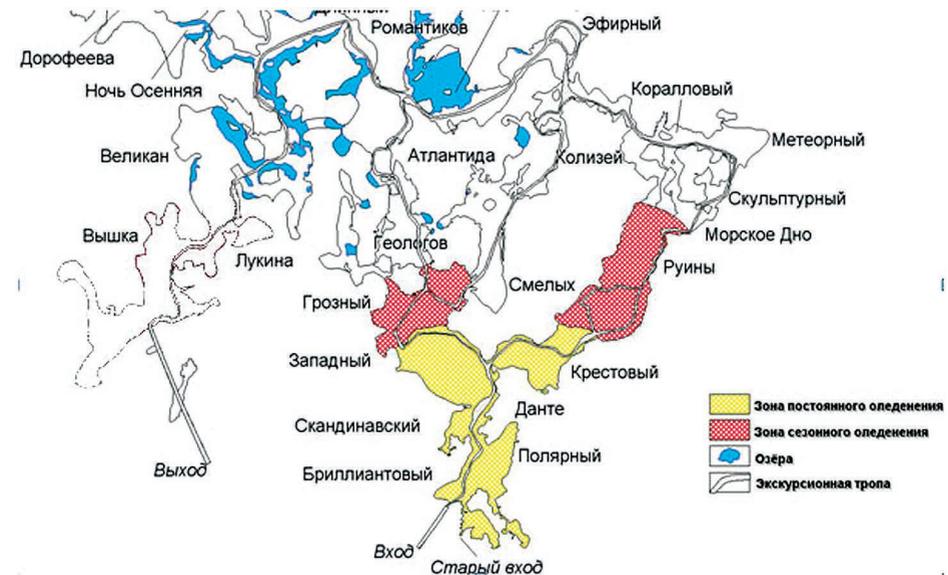


Рис. 4. Зоны постоянного и сезонного оледенения КЛП, 2015 г.

Таяние и ежегодное восстановление ледяных образований — естественный процесс в пещере. Скорость процесса, а также площадь зон постоянного и сезонного промерзания зависят от условий эксплуатации пещеры. Одним из важных мероприятий является создание возможности накопления в пещере достаточного количества зимнего холода. В настоящее время для сохранения ледяных образований требуется создание оптимальных условий для их возобновления, а также условий, обеспечивающих наибольшую продолжительность их существования.

**Е. П. Базарова, А. М. Клементьев**

*ФГБУН «Институт земной коры СО РАН»*

### **НАХОДКА БРУШИТА В ПЕЩЕРЕ БОТОВСКАЯ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)**

**E. P. Bazarova, A. M. Klement'ev**

*Institute of the Earth Crust SB RAS*

### **THE FOUND OF BRUSHITE IN THE BOTOVSKAYA CAVE (EASTERN SIBERIA)**

#### **Summary**

The information of brushite  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  finding at Botovskaya cave is given in this article. The brushite is forming the mineral accumulations on the bones of lynx skeleton. The brushite was found at the caves of Baikal region for the first time.

Пещера Ботовская находится в Иркутской области на р. Боты (левый приток р. Лены) на Верхнеленском плато в пределах Среднесибирского плоскогорья. История исследования пещеры приводится в работах А. Г. Филиппова [5] и А. В. Осинцева [3]. Пещера заложена в известняках усть-кутской свиты нижнего ордовика и имеет несколько входов. Вследствие того, что карстующиеся породы слагают пласт мощностью от 6 до 12 м, Ботовская пещера представляет собой одноэтажный лабиринт (рис. 1), длина которого составляет 67 902 м (по данным спелеоклуба «Арабика» на 2016 г.), и на сегодняшний день является длиннейшей пещерой России.

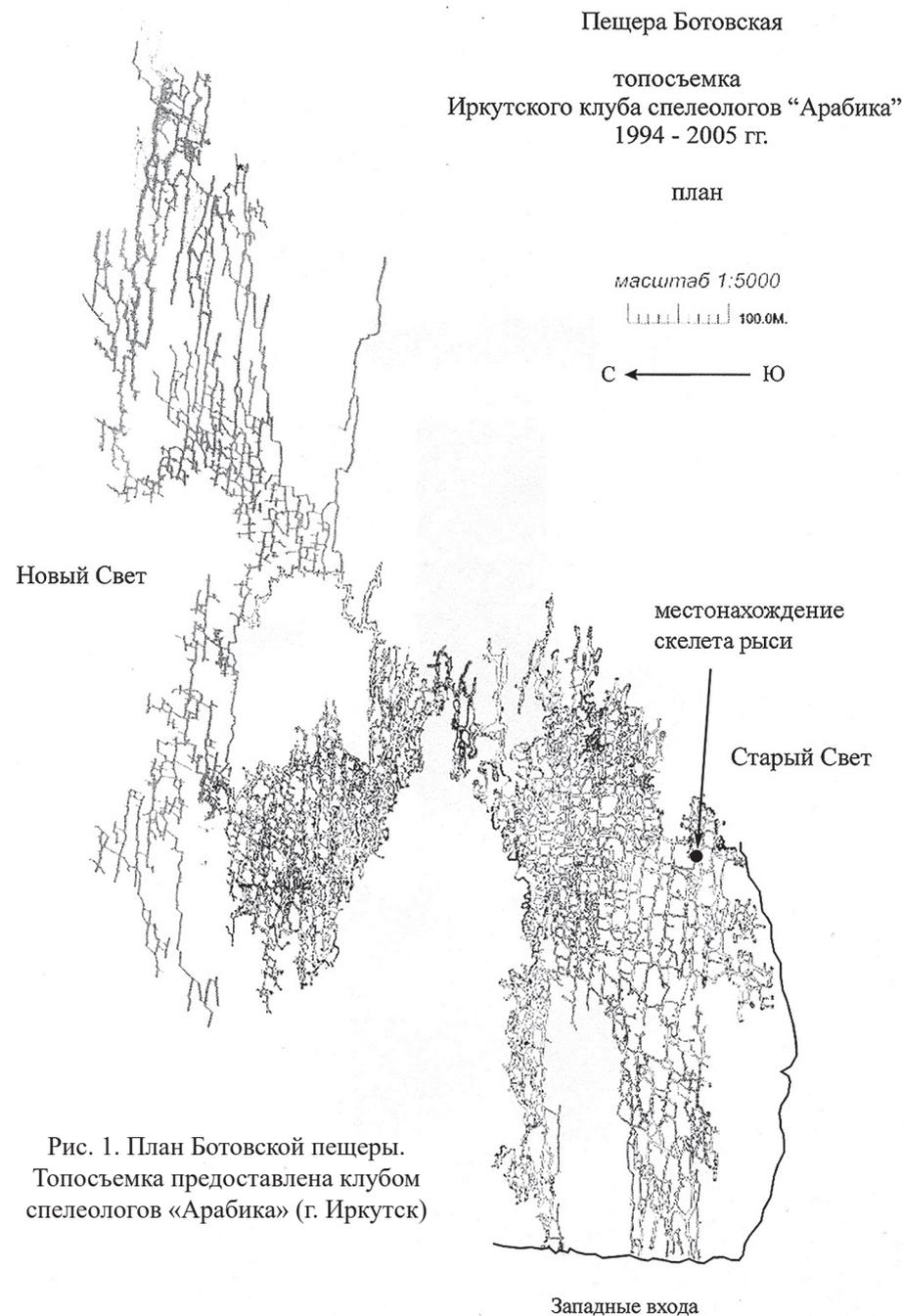


Рис. 1. План Ботовской пещеры. Топоъемка предоставлена клубом спелеологов «Арабика» (г. Иркутск)

Характерной чертой минералогии Ботовской пещеры является широкое развитие в ней арагонита в виде мощных древних кристаллитовых кор и молодых игольчатых кристаллов длиной до 1 см, растущих небольшими пучками.

На кончиках кристаллитовых игл зачастую развиты кораллиты. Кальцит слагает натечные коры, сталактиты, сталагмиты, кораллиты (рис. 2а), оторочки водоемов, геликтиты (рис. 2б). Как особый тип спелеотем Ботовской пещеры, нами были описаны кальцит-арAGONитовые жеоды [1]. В данном сообщении мы приводим сведения о находке брушита, минерала, ранее не зафиксированного в пещере Ботовская. Брушит был обнаружен на костях скелета рыси, который находится примерно в 400 м от входа в пещеру (рис. 1).

Кости были перемещены при съемке, изначально они занимали половину прохода (рис. 3). Цвет костей желто-белесый, в районе передних конечностей и грудной клетки имеются черные примазки органического материала. Кости относительно хорошо сохранились, исключение составляют отдельные участки серого цвета и рыхлой пористой структуры. Именно на этих участках развиты минеральные обрастания, собранные для анализа.

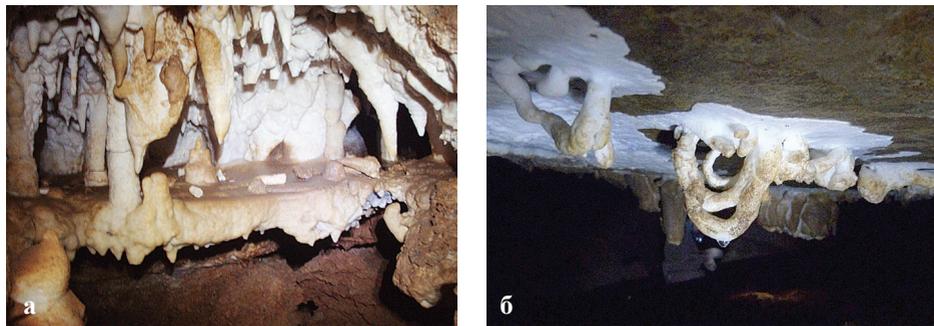


Рис. 2. Спелеотемы Ботовской пещеры: а — натечные коры и сталактиты, б — геликтиты

Определение минерального состава образцов проводилось в Институте земной коры СО РАН в г. Иркутске методом рентгенофазового анализа З. Ф. Ушаповской. Исследование морфологии образований проводилось на сканирующем электронном микроскопе VEGA 3 LMN с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350/X-max 20 в Горном институте УрО РАН в г. Перми аналитиком О. В. Коротченковой.

Кристаллы брушита имеют цвет от белого до желтоватого, таблитчатой, пластинчатой, призматической и войлокоподобной формы, длиной до 0,5 см (рис. 4, 5). Брушит является широко распространенным пещерным минералом [6] и обычно формирует линзы в гуано летучих мышей и обрастания на костях животных. В России брушит был обнаружен в пещере Змеиная в Крыму [2], где его формирование авторы связывают с воздействием покрова гуано летучих



Рис. 3. Скелет рыси на обвалных и глинистых образованиях, покрывающих пол пещерного хода

мышей, но не исключают и воздействия восходящих флюидов, несущих фосфор из нижележащих фосфатонесных отложений. Интересной находкой являются брушитовые обрастания на мхе (ламповой флоре) в Кунгурской Ледяной пещере [4]. Ботовская пещера богата костными остатками, но брушитовые обрастания пока были обнаружены только на одном скелете. Следует отметить, что и другие фосфатные минералы, часто отмечающиеся на органических остатках, в Ботовской не описывались. Сохранность костей рыси и присутствие трупных органических остатков позволяют датировать скелет второй половиной голоцена. В пещере также были найдены скелеты плейстоценовых гималайских медведей, не обитающих ныне на территории Восточной Сибири. На их костях иногда присутствует тонкая кальцитовая корочка, других минеральных образований не встречено. Предварительные данные датирования остатков ископаемых медведей позволяют предполагать значительный временной интервал попадания этих зверей в пещеру Ботовская.

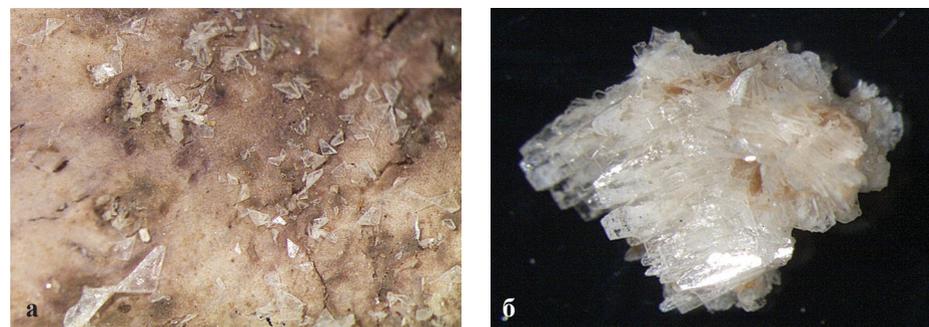


Рис. 4. Брушитовые образования под бинокулярным микроскопом: а — отдельный сросток кристаллов, б — кристаллы, покрывающие поверхность кости

Имеется значительный hiatus датировок спелеотем разными методами: разрыв более 2,58 млн или между 350–780 тыс. лет назад [7], образование спелеотем 118–128 тыс. лет назад [9]. Последние даты отвечают времени отсутствия многолетней мерзлоты и, вероятно, могут быть сопоставлены с обитанием гималайского медведя в районе пещеры. Абсолютные датировки фоссильного материала дают запредельный возраст более 44 тыс. лет назад

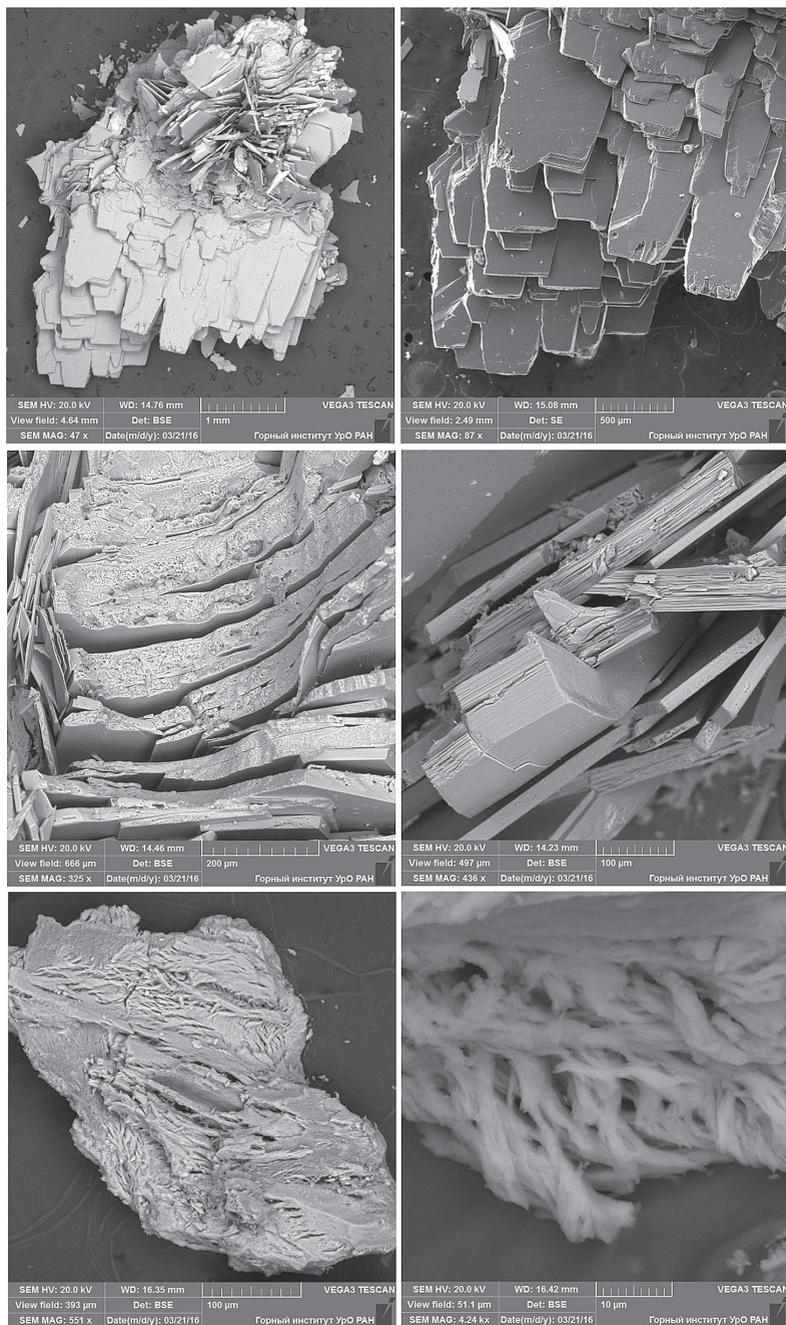


Рис. 5. Морфология кристаллов брукита

(устное сообщение С. Брайтенбаха, 14С AMS лаборатория ETH Zurich (пк 1213)), более 41 тыс. лет назад (AA-83719) [8].

Позднеголоценовые и современные остатки скелетов рукокрылых, восточноазиатской мыши, красно-серой полевки и северной пищухи не несут на себе каких-либо минеральных образований.

Таким образом, до получения абсолютных датировок скелета рыси можно предположить, что образование брукита происходит в течение первых тысячелетий на массивных костных остатках и приводит к нарушению структуры костной ткани. Вероятно, что эти участки в дальнейшем разрушаются, как и сам минерал, который не образуется на ископаемых костях возрастом в десятки тысяч лет. Судя по отсутствию публикаций, для пещер Байкальского региона находка брукита является первой.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базарова Е. П., Осинцев А. В. Арагонитовые и кальцитовые жеоды из пещеры Ботовская // Спелеология и карстология. — Симферополь, 2012. — № 8. С. 76-81.
2. Климчук А. Б., Тимохина Е. И., Амеличев Г. Н. и др. Гипогенный карст Предгорного Крыма и его геоморфологическая роль. — Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. — 204 с.
3. Осинцев А. В. Пещера Ботовская — длинейшая пещера России (история исследования, результаты, перспективы) // Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук. Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. — Набережные Челны: НГПИ, 2010. — С. 26-28.
4. Потапов С. С., Паршина Н. В., Червяцова О. Я. Говлит, улесит, говлит и тенардит — редкие и первые находки минералов в Кунгурской ледяной пещере // Материалы VII Всерос. молодежной науч. конф. Минералы: строение, свойства, методы исследований — Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2015. — С. 87-93.
5. Филиппов А. Г. Пещера Ботовская // Вопросы физической спелеологии. — М.: МФТИ, 1994. — С. 142-160.
6. Hill C., Forti P. Cave minerals of the world. Huntsville, USA, 1997. — P. 463.
7. Kadlec J., Chadima M., Lisa L., Hercman H., Osintsev A., Oberhansli H. Clastic cave deposits in Botovskaya Cave (Eastern Siberia, Russian Federation) // Journal of Cave and Karst Studies. — 2008. Vol.70, № 3. — P.142-155.
8. Ovodov N. D., Kuzmin Ya. V., Cruz R. J. AMS 14C Dating of «Exotic» Mammals from South Siberian Caves // Current Research in the Pleistocene. — 2010. Vol. 27, — P. 181-183.
9. Vaks A., Gutareva O. S., Breitenbach S. F. M. et al. Speleothems Reveal 500,000-Year History of Siberian Permafrost // Science. — 2013. — P. 183-186.

Д. В. Наумкин, О. И. Осетрова

*Горный институт УрО РАН*

**КАЛЬЦИТОВЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕЩЕР  
В ФОНДАХ МУЗЕЯ КАРСТА И СПЕЛЕОЛОГИИ  
ГИ УРО РАН  
(обзор коллекции)**

---

---

**D. V. Naumkin, O. I. Osetrova**

*Mining Institute UB of RAS*

**CALCIT MINERAL FORMATION OF CAVES IN THE MUSEUM  
KARST AND SPELEOLOGY MINING INSTITUTE UB OF RAS  
(an overview of the collection)**

**Summary**

Mineral formation of caves — very diverse in morphology, chemical composition and genesis of a group of cave sediments. The basis of the collection consists samples who gathered workers of Kungur laboratory. Samples cause permanent interest of the visitors for a long time attracted their attention thanks to its original form, structure, color.

Минеральные образования пещер — очень разнообразная по морфологии, генезису и химическому составу группа пещерных отложений. Нередко они являются и весьма привлекательными, что делает их желанными коллекционными образцами как частных, так и музейных коллекций. При этом часто приходится сталкиваться с варварским отношением посещающих пещеры людей к их уникальному и медленно формирующемуся природному убранству, замусоривание гротов и расхищение спелеотем, к сожалению, широко распространенному явлению, ведь большинство диких пещер не имеет реальной и действенной охраны.

В Пермском крае насчитывается свыше 700 пещер. Важнейший класс характерных для них минералов — карбонаты. Широко распространенный кальцит и арагонит составляют 95% всех пещерных минералов [6]. В условиях пещер они представлены разнообразными формами вторичных образований. В практике отечественной спелеологии обычно выделяют сталактиты (в т.ч. пустотелые брчки), сталагмиты, занавеси, сталагматы, гуры, натечные коры, геликтиты, кораллиты, «пещерный жемчуг», «лунное молоко». Значительная часть этих вторичных кальцитовых образований представлена в коллекции Музея карста и спелеологии, причем большинство ее образцов выставлены в постоянной

экспозиции, в разделе, характеризующем пещеры карбонатного карста. Нужно отметить, что вторичные минеральные образования пещер, относящиеся к классам боратов, фосфатов и сульфатов, в рамках данной статьи мы не рассматриваем.

Основу коллекции составляют давние сборы сотрудников Кунгурского стационара и экскурсионного бюро, датированные концом 60-х — 70-ми годами XX в. В то время любительская спелеология еще не затронула большинство пещер Пермского края; сохранность их натечного убранства была великолепной, а наши коллеги отбирали лишь незначительное число образцов с целью их дальнейшего изучения. В настоящее время целенаправленное коллектирование вторичных минеральных образований в пещерах мы не практикуем — в наше время это недопустимо. Современные поступления образцов такого рода ограничиваются небольшими сборами обломочного материала с пола некоторых пещер Пермского края. Все остальное — это, как правило, подаренные образцы и коллекции.

Самое первое собрание вторичных кальцитовых образований, включающее обломки сталактитов, пизолиты, натечные коры, и насчитывающее 7 образцов, было поставлено на музейный учет в 2004 г. (инв. № ОФ 3). Из пещеры Дивья, длиннейшей пещеры Урала [2], происходит большая часть коллекционного материала, хранящегося в музее (48,3%).

Одной из первых коллекций на музейный учет в Кунгурском стационаре была поставлена коллекция Е. П. Дорофеева, имеющая сегодня мемориальное значение (инв. № ОФ 6). Она насчитывает 33 образца, в том числе кальцитовый сталагмит, обломки кальцитовых сталактитов, криогенные сферолиты и тонкие сталактиты-трубочки (брчки) из пещеры Дивья, где Е. П. Дорофеев бывал неоднократно. Кроме того, в этой же коллекции (инв. № ОФ 6/10) имеются криогенные кристаллы желтого кальцита, почковатые корочки и агрегаты мелких кристаллов криогенного кальцита, собранные в Кизеловской (Вишерской) пещере. Здесь же хранится фрагмент тонкостенного, сильно разрушенного сталактита скорлуповатой структуры, происходящего, судя по этикетке Е. П. Дорофеева, из окрестностей пос. Хоста на Западном Кавказе. К этой же коллекции можно отнести и крупный (3,5x29x3,5 см) сталактит из Демяновской пещеры Свободы (Словакия), который также хранился в бывшем кабинете Евгения Павловича (инв. № ОФ 24). Вероятно, его подарил кто-то из приезжавших в стационар коллег. В Кунгурском краеведческом музее есть подаренные Е. П. Дорофеевым образцы из пещер Венгрии и Чехословакии [1].

Основу коллекционного фонда Музея карста и спелеологии составляет личная коллекция бывшего сотрудника экскурсионного бюро Л. И. Крапивина, переданная им в дар Кунгурской лаборатории в январе 2004 г. В ее составе было выделено две коллекции образцов пещерных минеральных образований (ОФ 14 и ОФ 17), в которых есть и кальцитовые минеральные образования известняковых пещер. Так, в коллекции ОФ 14 представлены 6 сталагмитов, 6 сталактитов, три фрагмента натечных кальцитовых кор, 4 агрегата кальцитовых кристаллов и мелкие формы вторичных кальцитовых образований («ежики», кораллиты). В основном они были собраны в Дивьей пещере в 1968 г., два образца — из Зуятской пещеры

(Кунгурский район) и по одному — из Кизеловской Виашерской (г. Кизел) и Бородинской (Красноярский край) пещер. В коллекции ОФ 17 насчитывается 9 образцов из Дивьей пещеры (обломки сталактитов и натечные коры), а также пять фрагментов (в том числе поперечных срезов) сталагмитов, отнесенных к вспомогательному фонду (НВ 2/1-5).

К сборам Л. И. Крапивина относятся и красивые кораллитовые образования, выполненные арагонитом. К сожалению, точное их происхождение не известно — одна из крымских пещер. По этой причине они отнесены к вспомогательному фонду (НВ 5/1-2), хотя и выставлены в постоянной экспозиции, поскольку арагонитовых образцов в музее мало.

Следующая коллекция, где представлены кальцитовые минеральные образования из той же Дивьей пещеры, принадлежала сотруднику Кунгурской лаборатории П. Н. Сивинских (ОФ 22). Пять образцов из этой коллекции представляют собой обломки кальцитовых сталактитов и фрагмент натечной кальцитовой коры. Они были собраны в начале 1990-х годов.

Небольшую коллекцию из 8 образцов (ОФ 77) подарил музею в 2006 г. школьник из г. Бирск (Башкирия) А. В. Иванов. Это сборы мелких сталактитов из пещер Башкирии: Киндерлинской (3 ед. хр.) и Аскынской Ледяной (5 ед. хр.). Сталактиты из Киндерлинской пещеры имеют сложную морфологическую структуру (толстые, короткие, со сложным рельефом). Надо сказать, что образцы из Киндерлинской пещеры составили в фондах музея неплохую подборку. Н. В. Лаврова передала спаянный из кальцитовых пластинок агрегат (rare-spate) и фрагмент красивой натечной коры, имеющей мохообразную поверхность (ОФ 25 и ОФ 29), а П. Н. Сивинских — агрегаты из мелких кальцитовых кристаллов (ОФ 115/1-2). В настоящее время все они выставлены в постоянной экспозиции.

Под номером 132 в фонды музея были занесены сборы мелких кальцитовых образований все из той же Дивьей пещеры, хранившиеся в бывшем кабинете Е. П. Дорофеева. Эта коллекция насчитывает 12 единиц хранения (12 коробочек), собранных в 1968 г. Она включает кальцитовые криогенные почковидные корочки, пизолиты, агрегаты мелких ромбоэдрических кристаллов кальцита, фрагменты тонких трубчатых сталактитов-брчков, фрагменты сталактитов, обросшие мелкими игольчатыми кристаллами кальцита светло-желтого цвета, криогенные кальцитовые «лодочки», а также сложные по структуре корочки, покрытые микроскопическими блестящими кристаллами кальцита. Коллекция подробно описана С. С. Потаповым с соавторами [4], а ее образцы фигурировали как иллюстративный материал в справочных изданиях [2]. У большинства образцов установлена датировка; так, самыми молодыми по времени образования оказались «лодочки» — интересные по морфологии образования, аналогов которым из других пещер нет. Большая часть коллекции в настоящее время выставлена в постоянной экспозиции.

В 2007 г. в ходе комплексной экспедиции по обследованию известняковых пещер Пермского края [5] сотрудники Кунгурского стационара К. О. Худеньких, Д. В. Наумкин, О. И. Кадебская сделали сборы каменного материала в целом ряде

пещер: Кизеловской, Геологов-2, Геологов-3, Чаньвинских (Дующая, Провальная, Пещерного Льва), Махневских. Восемь образцов из этих пещер (кремневые гальки, кальцитовые коры, кораллиты, сталагмит) включены в коллекцию ОФ 134. Почти все они выставлены в постоянной экспозиции. В том же 2007 г. К. О. Худеньких были сделаны сборы обломочного материала из малоизвестной пещеры Еранка (Чердынский район). Они составили небольшую коллекцию из 7 образцов (ОФ 151), представленных кальцитовым сталагмитом, тремя фрагментами натечных кальцитовых кор и тремя обломками сталактитов. Эти образцы также выставлены в постоянной экспозиции музея.

В 2008 г. во время проведения полевой практики для студентов-геологов ПГНИУ были сделаны сборы каменного материала в пещерах Кизеловская (Виашерская) и Св. Ольги (Октябрьский район). Октябрьский район, расположенный на крайнем юго-востоке Пермского края, является относительно малоизученной территорией, и здесь были сделаны обширные сборы образцов из пещер, карьеров и обнажений. Они составили отдельную коллекцию (ОФ 148) из 35 образцов, 12 из которых представляют собой фрагменты кальцитовых натечных кор, часто со впаянными в них обломками кальцитовых сталактитов. Сборы из Кизеловской пещеры объединены в коллекцию ОФ 149 (6 единиц хранения), в том числе натечные кальцитовые коры крупных размеров (28x21, 23x22 см). Один такой фрагмент (ОФ 149/2) демонстрируется в выставочном зале музея.

Коллекция ОФ 163 включает вторичные минеральные образования известняковых пещер. Из 11 образцов этой коллекции два (фрагмент сталактита и вторичный кальцит) происходят из Кизеловской (Виашерской) пещеры. Скорее всего, это тоже сборы сотрудников стационара 2007 г., но на музейный учет они поставлены лишь в 2012 г.

Последние по времени учета коллекции пещерных отложений относятся к 2015 г. Это сборы крупных (до 2 см в диаметре) пизолитов, сделанные М.С. Пятуниным в шахте «Нейтрино» в Боксанской долине на Северном Кавказе (ОФ 185, 10 единиц хранения), и замечательная коллекция мелких, изящных (частью пришлифованных) образцов кальцитовых образований из пещер Российская, Кизеловская, Усьвинская, Геологов-3 [3], которую еще в 2008 г. подарил музею спелеолог-любитель из г. Губахи С. А. Меньших (ОФ 187, 8 единиц хранения). Образцы его коллекции были изучены на предмет радиоуглеродного датирования, в ходе которого было выявлено их криогенное происхождение.

Таким образом, в настоящее время в собрании каменного материала Музея карста и спелеологии насчитывается 150 единиц хранения вторичных кальцитовых минеральных образований из 22 подземных полостей, в том числе 19 карбонатных пещер, двух сульфатных пещер и одной шахты. В географическом отношении они представляют следующие регионы: Пермский край — 77%, Башкирия — 10%, Кавказ — 7%, Восточная Европа — 5%, Сибирь — 1%. Очевидно, что региональный аспект представлен максимально, как и Уральский регион в целом. Очень слабо в собрании музея представлены материалы из Сибири.

Что касается количественных показателей материала, собранного в конкретных пещерах, то лидирующие позиции занимают две самые длинные пещеры Пермского

края — Дивья (71 образец, 48,3% всей коллекции) и Кизеловская (Виашерская) (13 образцов, 8,8%). Пещеры Еранка и Киндерлинская (Башкирия) представлены в коллекции одинаковым числом образцов — по 7 (4,8%), Аскынская Ледяная (Башкирия) — 5 (3,4%), Российская (Пермский край) — 4 (2,7%), Шульган-Таш (Башкирия) — 3 (2%). Из остальных пещер в собрании музея имеется лишь 1-2 образца. Особняком стоят шахта «Нейтрино» (Северный Кавказ), представленная 10 образцами (6,6%), и пещера Скаутов (Новая Подкаменская, Пермский край), из которой имеются 7 образцов карбонатных натечных кор (4,8%).

Образцы из коллекций используются как естественная экспонатура в разделе постоянной экспозиции, посвященной подземным формам проявления карста. В постоянной экспозиции они занимают три витрины. Образцы, не имеющие особой научной ценности, использованы для создания в одной из витрин — макета условной карбонатной пещеры, в котором представлены все характерные для подобных пещер типы отложений. Они вызывают неизменный интерес у посетителей, надолго привлекают их внимание благодаря своей оригинальной форме, структуре, цвету.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгих Л. А. Минералы и горные породы в собрании Кунгурского музея-заповедника. Краткий обзор коллекции // Шестнадцатые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В. О. Полякова. — Миасс: ИМИн УрО РАН, 2015. — С. 79-84.
2. Лаврова Н. В. Дивья пещера // Геологические памятники Пермского края. — Пермь: Книжная площадь, 2009. — С. 367-369.
3. Лаврова Н. В., Кадебская О. И. Карстологический очерк // Геологические памятники Пермского края. — Пермь: Книжная площадь, 2009. — С. 358-366.
4. Потапов С. С., Паршина Н. В., Кадебская О. И., Наумкин Д. В. Монографическая коллекция Е. П. Дорофеева минеральных образований Дивьей пещеры // Восьмые Всерос. науч. чтения памяти ильменского минералога В. О. Полякова. — Миасс: ИМИн УрО РАН, 2007. — С. 59-64.
5. Худеньких К. О., Кадебская О. И., Наумкин Д. В. Комплексная экспедиция по обследованию палеолитических памятников природы некоторых районов Пермского края // Восьмые Всерос. науч. чтения памяти ильменского минералога В. О. Полякова. — Миасс: ИМИн УрО РАН, 2015. — С. 65-69.
6. Hill K. A., Forti P. Cave minerals of the world // National Speleological Society. —Huntsville, 1986. — P. 238.

Н. Г. Максимович, В. Д. Бельтюкова

*Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь*

## НАТЕЧНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В БУНКЕРАХ ОБЕРЗАЛЬЦБЕРГА

N. G. Maksimovich, V. D. Beltyukova

*Institute of Natural Sciences of Perm State University, Perm*

## THE TECNOGENIC SPELEOTHEMS IN A BUNKER OBERSALZBERG

### Summary

Speleothem formation in the mine Obersalzberg bunker are considered in this article.

Натечные минеральные образования формируются не только пещерах, но и в искусственных подземных пространствах и на наземных конструкциях [1-7, 9-11]. В этом отношении интерес представляют техногенные натечные образования, которые были обнаружены в бункере Оберзальцберга.

Горный район Оберзальцберг в Баварских Альпах известен тем, что в 1933 — 1944 г. здесь располагалась вторая штаб-квартира Адольфа Гитлера.

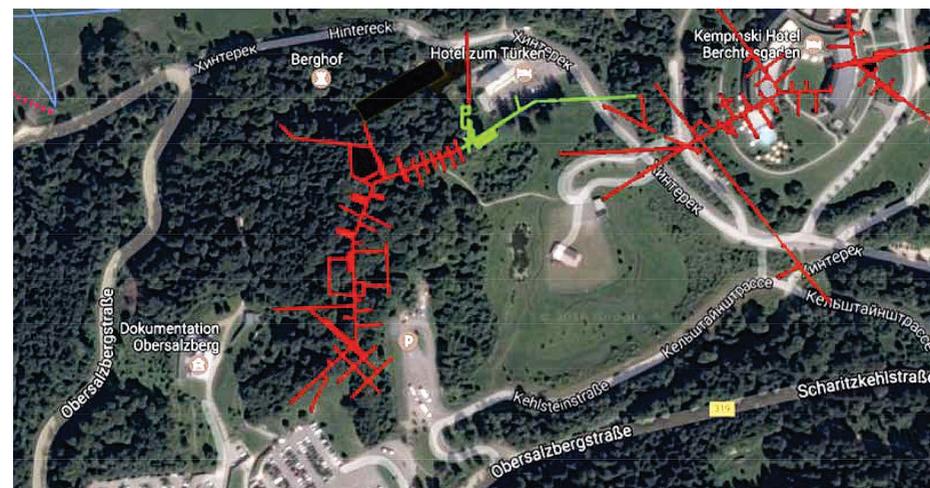


Рис. 1. Система бункеров в Оберзальцберге.



Рис. 2. Забетонированные тоннели в бункерах Оберзальцберга.  
Фото Н. Г. Максимовича

В 1943 г. в долине Берхтесгадена появилась уникальная система подземных бункеров общей длиной 2800 м (рис. 1) с рабочими кабинетами, жилыми комнатами, казармами, складами, электростанцией, отсеком для собак — всего около 80 помещений, в том числе апартаменты Гитлера, Бормана и Геринга.

В общей сложности, было построено семь подземных систем тоннелей, лишь 1/8 часть была забетонирована (рис. 2). Остальные тоннели остались в виде не укрепленных выработок (рис. 3), в некоторых из них сохранились поддерживающие конструкции из брусьев и стволов деревьев.

Строительство бункера так и не было завершено — в апреле 1945 г. территория Оберзальцберга подверглась бомбардировке британских войск. Во время воздушных атак в конце войны многие здания были разрушены, и Оберзальцберг вошел в зону американской оккупации. В 1952 г. по распоряжению баварского правительства в нем уничтожили все, что напоминало о 12 годах нацистского режима [8].

Сейчас часть бункера открыта для посещения. Вход в него располагается в бывшем гостевом доме (Hoher Göll), ныне это центр исторической документации (Dokumentation Obersalzberg, рис. 4.), который был открыт в 1999 г. Здесь представлена единственная в мире масштабная выставка, затрагивающая вопросы эпохи национал-социализма, а также раскрывающая культ личности фюрера,



Рис. 3. Тоннели в бункерах Оберзальцберга без облицовки.  
Фото Н. Г. Максимовича



Рис. 4. Вход в центр исторической документации Dokumentation Obersalzberg, Берхтесгаден, Бавария.  
Фото Н. Г. Максимовича



Рис. 5. Натечные образования в вертикальной шахте бункеров Оберзальцберга.  
Фото Н. Г. Максимовича

подробности его жизни в Оберзальцберге.

В бункере встречается достаточно много техногенных карбонатных натечных образований. В одной из вертикальных шахт бункера было обнаружено большое количество натечных кор, сталактитов и сталагмитов. Они покрывают ее свод тоннели и металлические конструкции (рис. 5). К сожалению, вход в шахту посетителям бункера запрещен, поэтому точные размеры сталактитов и сталагмитов измерить не

удалось. Однако по результатам фотосъемки мы попытались установить их длину, сопоставив размеры сталактитов с высотой кирпичей.

В 1872 г. в Германии введен так называемый «Рейх формат» для кирпичных изделий: 250x120x65 мм, кстати, он такой как же как и основной их размер в России.

Максимальная длина сталактитов достигает 2,5 м. Если учесть, что бункер перестал функционировать около 70 лет назад, то скорость роста сталактитов составляет 3,5 см в год.

Ранее нами были проанализированы данные скорости роста природных и техногенных сталактитов [5]. При сравнении их видно, что сталактиты в искусственных сооружениях имеют большую скорость роста, чем в природных пещерах (табл.). Высокая скорость роста в бункере Оберзальцберга, возможно, связана с постоянным интенсивным движением воздуха в шахте.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войтеховский Ю. Л., Красоткин И. С., Лесков А. Л. Техногенные сталактиты ловчорритовой и сфеновой обогатительных фабрик горно-химического треста «Апатит» // Минералогия во всем пространстве сего слова. — Ч. I. — Труды I Ферсмановской научной сессии Кольского отделения Рос. минералогического общества, посвященной 120-летию со дня рождения А. Е. Ферсмана и А. Н. Лабунова / под ред. Ю. Л. Войтеховского. — Апатиты: К & М, 2004. — С. 95–98.
2. Дашко Р. Э., Алексеев И. В. Сталактиты в подземных выработках Яковлевского рудника. // Пещеры: сб. науч. тр. / Естественнонауч. ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та. — Пермь, 2016. — Вып. 39.

3. Максимович Г. А. Генетический ряд натечных образований пещер (карбонатный спелеолитолиз). Пещеры, вып. 5(6), Пермь, 1965.

4. Максимович Г. А., Бельтюков Г. В. Соляные натечные образования горных выработок // Пещеры. — Пермь: Изд-во ПГУ, 1966. — Вып. 6 (7).

5. Максимович Н. Г. Карбонатные сталактиты и сталагмиты в подвале Московского университета // Пещеры. — Пермь: Изд-во ПГУ, 1976. — Вып. 16. — С. 24–35.

6. Максимович Н. Г., Потапов С. С., Мещерякова О. Ю. Натечные техногенные минеральные образования // Пещеры: сб. науч. тр. — Естественнонаучный институт Перм. гос. ун-та. — Пермь, 2010. — Вып. 33. — С. 72-81.

7. Ферман А. Е. Занимательная минералогия. Камень в пещерах. Свердловское кн. изд-во, 1954.

8. Якубова Н. И. Бавария. М.: Вокруг света, 2012. — 260 с.

9. Hill C., Forti P. Cave minerals of the world. — National Speleological Society, 1997.

10. Baldini J. U. L. Morphologic and dimensional linkage between recently deposited speleothems and drip water from Browns Folly Mine, Wiltshire, England //Journal of Cave and Karst Studies. — 2001. — Т. 63. — №. 3. — С. 83-90

11. Cabała J., Bzowska G. Sulphate speleothems in Pomorzany Zn–Pb ore mine, southern Poland //Kras i speleologia. — 2008. — Т. 12. — №. 21. — С. 59-76.

Таблица

Скорость роста сталактитов

	Длина или прирост, мм	Количество лет	Скорость роста, мм/год	Литературный источник
Березниковский калийный рудник (соляные сталактиты)	1000 — 3000	-	4642	4
Подвал дворца в Петродворце	1000	10	100	7
Бункер Оберзальцберга	2500	70	35	
Подвал под зданием МГУ	405	21	19	5
Пещера Имре Вашш, Венгрия	-	-	6	3
Пещера Нью-Митчелстон, Ирландия	80	36	2,2	3

## ИСКУССТВЕННЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА

### ARTIFICIAL UNDERGROUND SPACES

А. А. Гунько

*Набережночелнинский государственный педагогический университет,  
Набережные Челны*

### ЧЕГАНДИНСКАЯ ПЕЩЕРА

А. А. Gunko

*Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny*

### CHEGANDINSKAYA CAVE

#### Summary

Chegandinskaya cave is located on the right bank of the Kama river in Karakulinsky District of Udmurtia. The cave is mentioned in the literature since the XIX century. A large number of legends about its origin have been preserved. Researches inform us that the cave is an old copper mine. Probably that mine belongs to the first half of the XVIII century. The cave is 106 m length.

Чегандинские пещеры — одни из самых легендарных и известных пещер на р. Каме. Расположенные на правом берегу реки, напротив устья р. Белой, они в течение нескольких столетий неизменно притягивали к себе внимание. Таинственность и в то же время относительная доступность пещер породили множество «народных» версий их происхождения, основная из которых сводится к так называемому «разбойничьему следу». Впервые пещеры упоминаются в 1862 г. в небольшом очерке «Чегандинские пещеры», опубликованном в «Вятских губернских ведомостях». Автор, скрывавшийся под инициалами В. К., так описывает свое путешествие: «В <...> горах находятся две пещеры, а другие две теперь уже завалены землею; все они соединяются в глубине коридора главной пещеры. В этих пещерах много проходов, которые расположены уступами и ведут в небольшие комнатки <...>, нужно то спускаться вниз, то подниматься <...> Миновав ряд небольших комнат, входишь в широкую комнату, имеющую в основании параллелограмм <...>. Несколько далее, по рассказам, есть яма, сажень тридцать в глубину; прежде крестьяне спускались в нее на веревке; по словам их, дно этой ямы выстлано досками; там они находили на полках несколько древних икон и это дало повод заключить, что там когда-то жили удалившиеся от мира отшельники. Внизу этой ямы, по рассказам же, была комната <...> По народному преданию в этой боковой комнатке положены клады разбойнические. Проходы

имеют, как сказывают, в протяжении версту и оканчиваются где-то на горе. Выделанные комнаты и разбросанные по земле угли и служат для простолодинов фактом, что в этих пещерах более полутораста лет тому назад жил разбойник Гурька с своими товарищами <...> Из широкой комнатки я, не зная местности, не пробирался далее, из опасения запутаться вовсе в лабиринте коридоров <...> из осмотра пещер я не мог вывести положительного заключения, были ли они, как говорят одни, скитом отшельников или действительно служили <...> притоном разбойников или же, как мне представилось, это были разрабатывавшиеся когда-то рудники» [7].

В своих очерках о путешествии по р. Каме В. Немирович-Данченко указывает иные легенды о Чегандинских пещерах: «...громадная черная пещера. Тут некогда, по местному поверью, жил змей, от которого не было проезда и прохода <...> По другим преданиям, в пещере той жил Ермак и она ископана его руками. Защитники последней легенды указывают на правильную четырехугольную форму пещеры <...> Пещере этой конца нет, по словам местных жителей. Комната следует там за комнатою, а в самых дальних, на которых зарок положен, спрятаны клады. Действительно, самое разбойничье гнездо здесь» [4].

С начала XX в. пещеры кратко упоминались практически во всех путеводителях по Каме. При этом отмечался большой размер пещер и их неперемнная связь с разбойниками: «...имеются длинные подземные искусственные пещеры. Представляют они из себя ряд пустот, правильно выкопанных и соединенных между собой коридорами с несколькими выходами наружу на обрывистый берег Камы. С пещерами связаны предания о разбойниках...» [2]. В изданиях советского периода при описании пещер ожидаемо возникла тема беглых крестьян. Так, путеводитель по Каме 1956 г. утверждал, что: «до отмены крепостного права в России в Чегандинских пещерах укрывались от помещичьей кабалы беглые крестьяне» [5].

Пещеры нашли отражение и в художественной литературе, в частности, в повести С. Т. Романовского «Синяя молния», где под землю отправляется двое детей. Романовский изложил собранные им легенды о Чегандинских пещерах от лица престарелой местной жительницы, рассказывавшей героям, что «...в прежние времена тут руды копали. Медные руды. Весь крутояр перекопали и всю медь выбрали. А медь была красная, как червонное золото. Пещеры-то и остались. Рыбаки в них от дождя прятались. А потом в этих пещерах жили разбойники и купцов обирали» [6].

В последние десятилетия история Чегандинских пещер была еще более мифологизирована благодаря развитию Интернета. При этом как в интернет-изданиях, так и в печати легенды нередко подаются как исторические факты. Ничем не обоснованные заключения о древности пещер культивируются даже на уровне серьезных изданий — к примеру, на страницах «Природных ведомостей», издаваемых Министерством природных ресурсов РФ, указывается возраст пещер в 5 тыс. лет [3].

В 2003 г. Чегандинская пещера, а также ближайшая береговая зона были обследованы автором. Пещера находится в Каракулинском районе Удмуртии, в 2,2

км к северо-востоку от пос. Усть-Бельск, в 3,5 км к югу от с. Чеганда на территории Усть-Бельского природного парка. Входы в пещеру расположены в основании обнажения пермских песчаников на высоте около 7 м над уровнем Нижнекамского вдхр. К моменту осмотра было доступно два входа, один из которых, по словам местных жителей, регулярно заваливается осыпью. Основной вход имеет ширину 1,2 м и приводит в галерею, простирающуюся на север субпараллельно береговой линии. Ширина галереи 1,3–1,5 м, высота до 1,5 м. Через 7 м к западу от нее пещера продолжается коротким ходом, который пересечен галереей. Галерея протягивается с севера на юг и заложена по трещине бокового отпора, что привело к многочисленным обрушениям. К югу от перекрестка галерея соединяется с системой плотно заложённых и пересекающихся ходов, образующих в плане камеру неправильной формы с двумя опорными целиками. Свод камеры частично обрушился. От нее в юго-западном направлении ответвляется галерея шириной 1,5 м, заканчивающаяся завалом. Ранее в этом месте был выход на поверхность.

К северу от перекрестка через 4 м галерея достигает очередной развилки. От нее сначала в западном направлении, а затем, поворачивая к юго-западу, протягивается галерея длиной 28 м, шириной 1,5–2 м. В южном и юго-восточном направлении от этой галереи имеются 4 ответвления протяженностью от 1,5 до 4 м. Высота сводов на этом участке пещеры — 1,5–1,7 м.

Основная галерея от развилки продолжается на север, где через 9,5 м заканчивается, расширяясь в небольшую камеру высотой до 2 м. В восточном направлении из камеры идет низкий ход на поверхность, заполненный шлейфом наносов, — это второй из доступных входов в пещеру.

Анализируя морфологию Чегандинской пещеры, можно сделать вывод, что распространенное мнение о глубокой древности рудника не соответствует истине. Конечно, металлургические традиции, возникшие на этой территории в эпоху бронзы, подразумевали активное использование местной рудной базы. Однако если это месторождение и использовалось в древности, то следы древней добычи были явно уничтожены в «горнозаводской» период, поскольку устройство данной пещеры характерно для небольших медных рудников XVIII–XIX вв.: проходные (откаточные) галереи с короткими боковыми штреками, по которым велась разведка и разработка рудных гнезд. На стенах рудника различимы следы традиционного в этот период рабочего инструмента рудокопов — металлического кайла. Несмотря на значительные обрушения по линии крупных трещин, хорошо заметен первичный арочный характер сводов. При этом следы применения деревянной крепи нами не выявлены. Это сближает Чегандинский рудник с рудниками Актазицкой и Сармановской группы (Татарстан). Последние были отнесены нами к выработкам начала XVIII в. [1, 8]. В первой половине — середине XVIII в. край был охвачен «медной лихорадкой», приведшей к появлению в Нижнем Прикамье большого числа горных заводов и промышленному освоению медных залежей в пермских песчаниках. Рудники и прииски, приписанные к заводам, были разбросаны по всему Прикамью в довольно хаотичном порядке. Таким образом, определить по местоположению этой выработки принадлежность

к определенному заводу невозможно. Можно лишь предположить, что она могла относиться к Саралинскому либо наследовавшему последнему Коринскому меднолитейному заводам, проявлявших здесь особую активность. Кроме того, в 50 км к северо-западу от рудника действовал, хотя и не столь активно, Варзино-Алексеевский завод, интересы которого также, безусловно, проецировались на эти территории.

Что касается использования рудника в качестве разбойничьего убежища, то подобные легенды характерны для большинства доступных естественных и искусственных пещер Европейской России. Рудник вполне мог использоваться местными рыбаками для временного укрытия в непогоду, однако разведение в его глубине открытого огня (для обогрева или приготовления пищи) невозможно — при отсутствии активной циркуляции воздуха выработка в короткое время будет задымляться.

Не подтверждаются и легенды о значительной протяженности и многоярусности Чегандинских пещер: рудник заложен в одном горизонте в небольшом блоке размером около 30×30 м. Все его штреки оканчиваются тупиками без обрушений, за исключением галереи, выходящей в прошлом на поверхность и перекрытой завалом. Каких-либо «ям», упоминавшихся в литературе, равно как и восходящих ходов и каминов, в выработке нет. Суммарная протяженность рудника составляет 106 м, площадь — 170 м<sup>2</sup>, объем — 270 м<sup>3</sup>.

Посещение рудника никак не регламентировано. Он популярен среди туристов: его своды закопчены факелами, а стены покрыты многочисленными надписями. Вместе с тем посещение рудника небезопасно — в основной галерее выработки вероятны обрушения сводов.

Дальнейшие исследования Чегандинских пещер могут быть связаны с регулярным мониторингом обрывистых склонов р. Камы на этом участке, т.к. в результате склоновых процессов могут обнажиться ранее неизвестные полости. Важное значение может иметь и исследование склонов ниже по течению у с. Зуевы Ключи и Красный Бор, где также известны небольшие медные выработки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гунько А. А. К дискуссии о «шведских» горных работах в Нижнем Прикамье // Прикамский регион: география, история и культура: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (18–19 апреля 2013 г.): Сб. науч. тр. Набережные Челны: НИСПТР, 2013. С. 23–28.
2. Иллюстрированный путеводитель по реке Каме и по Вишере с Колвой. Издание Пермского Губернского правления, 1911. С. 90.
3. Коробейников Д. Природный парк Усть-Бельск // Природные ведомости № 7 от 14.12.2015. Издание министерства природных ресурсов и экологии РФ. С. 14–15.
4. Немирович-Данченко В. Кама и Урал (очерки и впечатления). СПб., 1890. С. 93.
5. Николаев С. Ф., Белорусов Е. В. Кама: путеводитель. Молотов: Молотовское книжное изд-во, 1956. С. 237.

6. Романовский С. Т. Синяя молния. — М: Детская литература, 1980. С. 43.
7. Чегандинские пещеры // Вятские губернские ведомости № 40. Отдел второй. Часть неофициальная от 6 октября 1866 г. С. 276–277.
8. Gunko A. Sarmanovsky copper mine // Hypogea 2015 — Proceedings of International Congress of Speleology in Artificial Cavities. Rome, 2015. P. 135–139.

**Ю. А. Долотов, М. Ю. Сохин**

*Русское общество спелестологических исследований, Москва*

### **КАМЕНОЛОМНИ ФЕОДОСИЙСКОГО ШОССЕ В КЕРЧИ (КРЫМ)**

**Yu.A. Dolotov, M.Yu. Sokhin**

*Russian Society of Speleology researches (Moscow)*

### **QUARRIES OF FEODOSIA STREET, KERCH (CRIMEA)**

#### **Summary**

One of shell limestone production horizon of Starokarantinskoe deposit was situated near modern Feodosia Street (Partizansky district, Kerch). One of its mine galleries 15 meters long is situated at Feodosia Street, 48. It was surveyed in 2015.

В связи с событиями Гражданской и Великой Отечественной войн широкую известность получила огромная Старокарantinская каменоломня, расположенная в микрорайоне Партизанский (г. Керчь, Крым). Длина каменоломни составляет 40 км. Кроме нее здесь имеется несколько менее известных каменоломен длиной в несколько километров каждая и множество мелких выработок протяженностью от десятков до сотен метров, о которых в большинстве случаев знают лишь местные жители, а значительная часть вообще утеряна или разрушена. Разработка наклонного пласта известняка-ракушечника в Старом Карантине велась на нескольких горизонтах; выработки разных горизонтов обычно в плане накладываются друг на друга и, часто соединяясь между собой, образуют многоэтажные лабиринты.

Один из горизонтов разработок старокарantinского камня располагался вдоль современного Феодосийского шоссе. Здесь был выработан ряд небольших пильных штолен, местными жителями называемых «карапетки», входы которых давно засыпаны. Это один из верхних ярусов выработок шахтного поля.

Авторам в июле 2015 г. удалось посетить одну из этих каменоломен, расположенную во дворе владения «Феодосийское шоссе, 48». За это нам следует

благодарить хозяина владения, рассказавшего об истории этой выработки. Каменоломня была вскрыта им в период 15-26 февраля 2015 г. шурфом глубиной 4,6 м, проведенным вдоль стены известняка над бывшим входом в выработку. Глубина от кровли известняка до свода выработки составила 3,6 м. Впоследствии шурф был укреплен кирпичной обделкой.

Каменоломня представляет собой штольню длиной 15 м, шириной около 4 м, с двумя неглубокими (до 1,7 м) врезами (начатыми забоями) в стенах слева и справа (рис. 1).

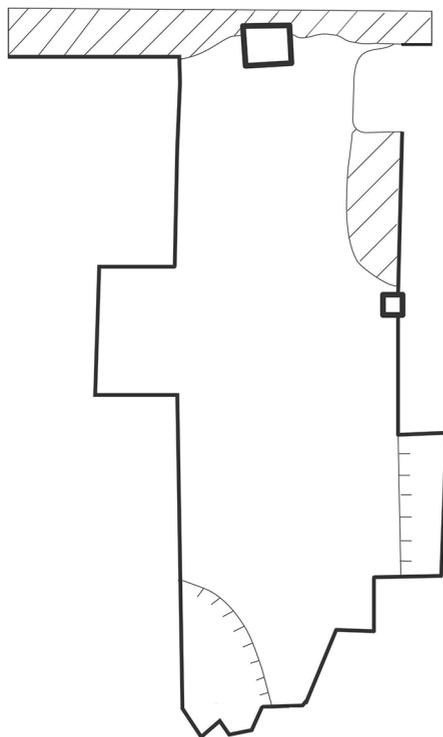


Рис. 1. План каменоломни Феодосийского шоссе

Выработка пройдена, по-видимому, в начале XX в. На стенах можно увидеть следы старых надписей. Во время войны в штольне прятались местные жители. От этого времени сохранились следы устройства обогревательной системы — следы вырубленного в стене дымохода, который, видимо, оказался неэффективным, и позднее на поверхность напрямую был пробит вертикальный узкий дымоход. Вход в пещеру был завален в 1963 г., вероятно, при планировании участка перед застройкой.

Высота полости 2,5 м. Вдоль монолитных стен по сторонам засыпанного портала входа на несколько метров расчищены лазы. Забой неправильной формы. Штольня наклонная, угол наклона соответствует углу общего падения добычного пласта, который составляет 12...14°. Пол, по-видимому, был отсыпан позднее, так как в шурфе в забое раскрыт разрез засыпки мощностью до метра. Вдоль левой стены выложена современная кладка (рис. 2).

Температура воздуха в штольне, по замерам хозяина участка, летом составляет от 11,5 до 12,3°C.

Как было сказано выше, входы в штольни Феодосийского шоссе были засыпаны. Однако, как и осмотренная штольня, некоторые из них были раскопаны и используются теперь в хозяйственных целях, например, как погреба. Подобная полость расположена на территории соседнего владения «Феодосийское шоссе, 42» и используется как выгребная яма.

Однако, даже будучи раскопанными, эти выработки в силу нахождения в



Рис. 2. Штольня каменоломни

частной собственности остаются крайне труднодоступными для исследования. Поэтому, несмотря на скромные размеры, штольня «Феодосийское шоссе, 48» представляет большой интерес как фактически единственная доступная выработка юго-западного края шахтного поля Старого Карантина, дающая представление о характере каменоломен яруса, протягивающегося вдоль Феодосийского шоссе.

## СПЕЛЕОТЕРАПИЯ

## SPELEOTHERAPY

Г. З. Файнбург

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет*

### «СОЛЯНАЯ ПЕЩЕРА» — АРТЕФАКТ ВСЕМИРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ, РОЖДЕННЫЙ В ПЕРМИ

G. Z. Faynburg

*Perm National Research Polytechnic University*

### «SALT CAVE» — THE ARTEFACT OF WORLD-WIDE AND HISTORICAL VALUE WHICH IS GIVEN RISE IN PERM

#### Summary

There is the history of formation of a new innovative method by the air environment of karst caves, salt mines, potash mines, and also special superficial rooms: speleochambers, galochambers, «salt caves» and “vital air rooms” for good treatment and revitalizing

*Каждая история имеет свою предысторию*  
Галина Петровна Козлова

Давно уже известен такой вид пещер, как соляная, т.е. природная пещера, образованная карстовыми явлениями в толще соляных горных пород под землей.

Примером таких пещер являются соляные пещеры горы Содом (или Сдом) на юго-западном берегу Мертвого моря в Израиле.

Сегодня это понятие (и стоящую за ним реальность) нужно разграничивать с недавно возникшим, но уже гораздо шире распространившимся понятием «соляная пещера». Это понятие (точнее именуемая им реальность) возникло благодаря творческим работам пермских ученых и производственников на Западном Урале, а затем покорило весь мир. Сегодня понятие «соляная пещера», существующее в дискурсе разных языков в виде неразрывной фраземы из двух обычных слов, кратко (и, к сожалению, не совсем точно) описывает помещение, искусственно созданное из соляных строительных материалов (штукатурки, пиленой, прессованной или формованной плитки, руды и т.п. соляных фрагментов) и используемое в лечебных и(или) оздоровительных целях. Точной статистики не существует, но по нашим оценкам в мире насчитывается порядка нескольких (от 2 до 5) тысяч таких помещений. Часть таких «соляных пещер» построена с использованием различных вариантов соляного декора и(или) подражания натечным формам природных пещер, часть — без какого-либо подражания или сходства с природными соляными пещерами. Эти лечебно-оздоровительные помещения, сделанные из соли, имеют множество названий, например соляная камера, спелеокамера, спелеоклиматическая камера, спелеотерапевтическая камера, галокамера, галоклиматическая камера, но с каждым годом название «соляная пещера», особенно в англоязычном виде — «salt cave», все больше доминирует.

Сегодня артефакт из природной соли под названием «соляная пещера» является достоянием человечества, прочно занял свое место в оздоровлении и лечении аллергических заболеваний, снятии стресса и нервных перегрузок. Однако многие люди, использующие в своей жизни «соляные пещеры», даже не знают, что эти сооружения были рождены и «взрачивались» в Перми, пока не вышли на мировую арену всемирно-исторического процесса, пока не оказались способны самостоятельно развиваться без «отцов-основателей» и их попечительства.

К сожалению, чем шире становится применение «соляных пещер» в жизни современного общества, чем большее число все новых людей (пациентов, врачей, инженеров и бизнесменов) вовлекается в процесс применения «соляных пещер», тем больше появляется связанных с «соляными пещерами» легенд, случайных ошибок, фактов вопиющей неграмотности и преднамеренного искажения исторической реальности и научных концепций. Глобальная сеть Интернет мгновенно разносит всю эту информацию по умам миллионов людей, и понять, что в ней верно, а что глубоко ошибочно, достаточно сложно. Вот почему, пока еще не ушли безвозвратно в далекое прошлое реальные события становления «соляных пещер», пока еще живы (к сожалению, не все) участники этих событий — «пионеры» «соляных пещер» и связанных с ними спелеотерапии и спелеоклиматотерапии<sup>1</sup>, нужно изложить раз и навсегда то, как это было в реальности.

«История плетет нити судеб и событий, а в результате получается ковер наших знаний и возможностей», — гласит одна из человеческих мудростей.

Основы всей пермской науки спелеологии и карстоведения заложил, как известно, Георгий Алексеевич Максимович. Он был ученым-энциклопедистом, энтузиастом своего дела. Он хотел «знать» о пещерах все, а потому вне поля его зрения не остались вопросы прикладного практического использования пещер, в том числе для лечебных целей (формально не входящие в предмет спелеологии). О тотальности и тщательности сбора всей информации о пещерах говорит тот факт, что использовалась даже филателия — Г. А. Максимович коллекционировал почтовые марки с изображениями пещер [6]. Как известный ученый, Г. А. Максимович получал различные материалы по спелеологии из-за рубежа. В эпоху «железного занавеса» и отсутствия Интернета это было очень важно для «развития мысли», и Г. А. Максимович активно пропагандировал достижения мировой науки и практики, в первую очередь, среди пермяков.

Строго говоря, человек всегда использовал пещеры: тысячелетиями наши предки жили в них, и автор глубоко убежден в том, что организм современного человека является адаптированным к микроклиматическим условиям пещер, так же, как он несет на себе признаки зарождения и обитания в соленой морской среде. Можно образно сказать, что мы (*Homo Sapiens*), как организм, вышли из моря и из пещер и унаследовали многие физиологические функции, сформированные именно в морской воде и в микроклимате пещер<sup>2</sup>.

Современный интерес к истории спелеотерапии и сознательное использование пещер для лечения, зафиксированное в письменных источниках, приводят нас к двум очень важным, но затем почти забытым фактам истории.

Первый факт касается неудачной попытки лечить туберкулез в относительно холодной Мамонтовой пещере (штат Кентукки, США) [31]. В середине XIX в. врач Джон Кроган (Dr. John Croghan) купил Мамонтову пещеру и всех рабов, обслуживающих ее использование, а затем, наряду с другими видами доходной «эксплуатации» природных ресурсов этой пещеры, решил использовать стабильность температуры, влажности, а также ощутимую сухость подземного воздуха<sup>3</sup> для лечения туберкулезных больных. В те годы заболевание туберкулезом представляло собой серьезную социальную проблему, а медикаментозных средств для борьбы с ним не было. Лечили туберкулез в санаториях с чистым воздухом в горах, у моря, в лесу. Использование микроклимата пещеры было логичным и разумным. Пациенты (несколько добровольцев) жили в маленьких каменных хижинах, построенных в огромных гротах пещеры, и обслуживали себя сами. Но когда после нескольких месяцев такой жизни (достаточно суровой по современным пониманиям) один из пациентов умер, первый в мире (и последний) подземный противотуберкулезный госпиталь пришлось раз и навсегда закрыть и от этой идеи отказаться.

<sup>1</sup> Предложенный автором более четверти века назад инновационный термин, означающий лечение в «соляной пещере», выполненной из сильвинита или галита, но в которой отсутствует галогенератор

<sup>2</sup> Здесь и далее используется широкое понимание микроклимата, как совокупности всех параметров (а не только микроклиматических) окружающей материальной среды

<sup>3</sup> Автор наблюдал это лично в 1998 году при посещении Мамонтовой пещеры

Второй факт связан с наблюдениями польского врача Феликса Бочковского (Feliks Nepomucen Boczkowski), главного врача больницы соляных копей Велички в первой половине XIX в. Доктор Бочковский был большим приверженцем бальнеотерапии, широко применяемой тогда на курортах Европы. Он основал в Величке специальную бальнеолечебницу, где использовал рассолы местных соляных шахт. Много лет работая в Величке и внимательно наблюдая за здоровьем шахтеров, он не мог не обратить внимание на тот удивительный факт, что наряду с обычным неблагоприятным воздействием работы в шахтах на здоровье шахтеров (геморрой, радикулиты, растяжения и подобные заболевания от тяжелой работы), соляные шахты оказывали благоприятное воздействие на дыхательную систему и общую «крепость» организма. Бочковский сделал вывод, что микроклимат Велички, характеризующийся высокой влажностью, небольшим, но ощущаемым наличием соляной пыли в воздухе соляной шахты, и вызывал это благоприятное действие.

И Джон Крога, и Феликс Бочковский смогли зафиксировать свои деяния и наблюдения, и все это ценно для нас сегодня. Но, к сожалению, вышеизложенные два факта, даже будучи зафиксированными, не оказали практически никакого влияния на дальнейшую реальную историю спелеотерапии, оставшись забытыми почти на столетие.

Реальная история спелеотерапии, по нашему мнению, началась в большой карстовой пещере Клутерт (Klutert Hohle) близ города Эннепеталя (Северный Рейн-Вестфалия) в Германии. Прятавшиеся в этой пещере от бомбардировок в годы Второй мировой войны люди заметили, что периодическое и относительно продолжительное (не менее нескольких часов) пребывание в пещере оказало лечебное воздействие на мучившую их ранее астму или хронический бронхит.

Этот факт крайне важен не только для истории, но и для развития настоящего научного подхода к практическому применению спелеотерапии. Дело в том, что сегодня финансируемые фармацевтическими компаниями адепты «доказательной медицины» отвергают простые наблюдения в качестве «доказательных», требуя двойного (а то и тройного) слепого рандомизированного исследования. Но как говорит народная мудрость: «Лучшее — враг хорошего!». Конечно, и это хорошо известно, что больным свойственно обманываться (эффект плацебо), если они знают, что какое-то лечение помогает, и они решили его применить для себя. Ведь им так хочется вылечиться! Конечно, и это хорошо известно, что врачам свойственно обманываться (эффект отличника), если они знают, что какое-то лечение помогает, и решили применить его для своих пациентов. Ведь им так хочется вылечить! Но во времена бомбардировок никто о благотворности микроклимата пещеры Клутерт не знал, никакие врачи не лечили никаких больных, никакое предприятие не получало прибыли от организации лечения, а подземные пространства пещеры Клутерт просто использовали как огромное и надежное бомбоубежище. Это означает, что наблюдаемое тогда улучшение состояния здоровья является объективным фактом субъективного ощущения больными своего самочувствия, достаточно весомым доказательством благоприятных возможностей спелеотерапии [30, 32].

Обратим внимание, что важнейшим обстоятельством самого выявления и фиксации биопозитивного воздействия на больных их периодического пребывания в пещере Клутерт было то, что эта пещера расположена в Германии. Дело в том, что, во-первых, немецкая традиция использования природных ресурсов для оздоровления, в отличие от американского возвеличивания хирургии и таблеток, в принципе не отвергала возможности благоприятного воздействия пещеры Клутерт на здоровье, а, во-вторых, педантизм немецких врачей и больных позволил увидеть им «небольшие» детали, которые отличали течение болезни у лиц, посещавших и не посещавших пещеру Клутерт.

Основоположником современной спелеотерапии заслуженно считается доктор К. Н. Spannagel (Карл Герман Шпаннагель или Шпаннагель), который первым обосновал пользу микроклимата карстовых пещер (на примере пещеры Клутерт) для больных пульмонологического профиля, провел первые в мире научно-медицинские исследования в сфере спелеотерапии.

Пример пещеры Клутерт оказался заразительным. Спелеотерапией стали заниматься в Венгрии, затем в Чехии, Словакии, т.е. в странах с большим количеством пещер [4, 33, 34].

Огромную роль в научном развитии спелеотерапии и ее популяризации сыграла совместная деятельность выдающихся ученых: медика К. Н. Spannagel'a (Германия) и геолога-спелеолога Х. Kessler'a (Венгрия) (см., например, [10, 15]). В результате их усилий спелеотерапия приобрела научное обоснование, а на гребне успехов в рамках Международного союза спелеологии в 1969 г. была создана Постоянная комиссия по спелеотерапии<sup>1</sup>, начали проводиться международные симпозиумы по данной проблематике.

Так зародились творческие основы комплексного подхода в спелеотерапии — содружества ученых естественнонаучного и технического профилей знания с учеными-медиками. В полной мере этому отвечало и пермское сообщество.

Писал о пещере Клутерт и о спелеотерапии (естественно, в информационном плане) и Г. А. Максимович [8, 9, 11]. И, видимо, не только писал, но и пытался заинтересовать этим пермских медиков, например профессора Н. Г. Хорошавина. Нам думается, что дело это не получило распространения по причине того, что в Пермском крае единственной природной пещерой, которую можно было бы использовать в этих целях, является холодная (известная как ледяная!!!) и малопригодная по всем классическим представлениям для «легочников» и «астматиков» Кунгурская пещера. Однако научное общение двух крупных ученых: геолога-карстоведа Г. А. Максимовича и медика-терапевта Н. Г. Хорошавина не стало кулуарным, а, наоборот, приобрело публичную и публицистическую (насколько это возможно для академической науки) направленность. В результате, начиная с середины 60-х до середины 70-х годов XX в., Г. А. Максимович и Н. Г. Хорошавин неоднократно выступали и писали об использовании пещер для

<sup>1</sup> В 2000–2003 годах автор был вице-президентом данной комиссии.

лечебных целей [12-15]. Их выступления и статьи не остались незамеченными, влились в общий поток исторических событий.

Успешное развитие спелеотерапии в природных карстовых пещерах поставило вопрос о возможности использования выбывших из технологического использования (отработанных) горных выработок, т.е. искусственно созданных подземных полостей, а не только природных. Однако этому серьезному шагу препятствовали и технические, и организационные, и психологические проблемы. Начнем с последних.

Когда спускается в природную пещеру, то любой ее «дикий» вид воспринимается спокойно — это природа. Построив дорожки и проведя свет, убрав самые одиозные нагромождения, мы получаем вполне приемлемую обстановку для «лечения природой». Но брошенные горные выработки, тем паче в брошенном полностью руднике, представляют собой «жуткое» зрелище: они олицетворяют не «созидание», как в природной пещере, а «разрушение» ранее созданной человеком техносферы<sup>1</sup>. Где тут до организации лечения? Как в такой обстановке лечиться?

Еще одной важной проблемой является обеспечение безопасности пребывания людей в подземном спелеостационаре<sup>2</sup>. Организация спуска-подъема и устойчивости кровли выработок — вот две главнейшие и трудно выполняемые задачи обеспечения спелеолечения<sup>3</sup>. Как это ни странно, но может оказаться, что решить эти проблемы проще в природной пещере, где своды обрушения устоялись и куда можно спуститься по тропам и лестницам, чем в оставленной и заброшенной шахте.

Наконец, существуют и чисто организационные причины. Где взять средства на выполнение всех работ «нулевого цикла»? Как преодолеть сопротивление администраторов, не желающих внедрять чрезмерно инновационный проект с сомнительным коммерческим успехом? Что скажут господа профессора от медицины, занятые реализацией других, более перспективных и престижных проектов? Все это накладывается на устойчивое, веками складывавшееся (и в целом абсолютно верное) мнение горняков о том, что шахта<sup>4</sup> — сосредоточение опасных и вредных производственных факторов, а не «sanatorium» для задыхающихся от астмы людей. Веками шахтеры «зарабатывали» пневмокониозы в шахте, а не лечились от них там.

Все это в совокупности означало, что очередной эпохальный, принципиальный, прорывной шаг спелеотерапии — использование не только природных пещер, но и

<sup>1</sup> Автор опирается на свой немалый в этом опыт, но его впечатления имеют, конечно, субъективный характер.

<sup>2</sup> Этот термин чаще используют русскоговорящие авторы. Другим термином, преимущественно используемым в Европе, для обозначения места приема больными сеансов лечения под землей, является термин спелеогоспиталь (speleohospital).

<sup>3</sup> Еще один термин, под которым имеют в виду лечение пребыванием под землей.

<sup>4</sup> В старорусском языке — «яма».

искусственно (технологически) созданных горных выработок — мог состояться только там, где уже существовала устойчивая традиция использования отработанных горных выработок в негорнодобывающих (названных нами гуманитарными) целях, причем характер горных пород в отработанных горных выработках, безусловно, обеспечивал устойчивость кровли. И такое место было. Это соляные копи Велички (Польша). Существующие уже несколько сотен лет, они давно являют миру безмолвную красоту устойчиво стоящей соляной горной породы, крепость и пластичность которой позволяют существовать огромным камерам, воспринимаемым нешахтерами как залы подземного дворца. История Велички такова, что в середине XX века в Величке как само собой разумеющееся воспринимались подземные «костелы» и иная атрибутика использования старых соляных горных выработок в негорнодобывающих целях, был наработан опыт лечения минеральными водами.

И неудивительно, что именно здесь, в старых горных выработках соляного рудника, молодой доктор Мечислав Скулимовский (Mieczyslaw Maciej Skulimowski), интересующийся историей медицины<sup>1</sup>, открывает в соляных копиях Велички в 1958 г. первую в мире подземную аллергологическую спелеолечебницу, соединившую сразу два важных момента: использование горных выработок вместо природных пещер и использование воздушной среды, сформированной взаимодействием воздуха с соляными поверхностями, твердыми и жидкими.

А в 1964 г. открывается еще одна специальная аллергологическая лечебница «Kinga», названная так в честь бальнеоклиники Ф. Бочковского, а М. Скулимовский становится ее директором. Со временем метод лечения астмы под землей стали называть в Польше методом Скулимовского, а сам М. Скулимовский становится профессором Медицинской академии в Кракове [15].

Сегодня этот шаг в то время (50–60-х годах XX в.) воспринимается как выдающаяся веха в развитии спелеотерапии.

С медицинской точки зрения воздух соляных копей нес в себе мельчайшую, невидимую глазу, соляную аэрозоль, вдыхание которой разжижало мокроту, облегчало ее отхождение и эвакуацию из легких, тем самым лечение аллергических болезней типа астмы и пылевых бронхитов становилось еще эффективнее по сравнению с пещерой Клутерт и другими природными карстовыми пещерами.

С санитарно-гигиенической точки зрения наличие соляной аэрозоли и соляных поверхностей препятствовало росту микрофлоры и другой биоты, способствовало созданию естественных антисептических условий и тем самым косвенно улучшало условия лечения.

С технической точки зрения в соляных породах с устойчивой кровлей обеспечение безопасности пребывания больных в подземном стационаре становилось более надежным и относительно несложно осуществимым.

<sup>1</sup> В его биографии написано — историк медицины, бальнеоклиматолог. Биографами почти забыто самое главное его достижение, позволившее Скулиомвскому войти в историю, — спелеотерапия, которую он называл subterraneoterapie — подземной терапией.

Положительный опыт Велички вызвал и своих последователей. Наиболее кардинальный прорыв произошел в Закарпатье<sup>1</sup>, которое тогда входило в Советскую Украину.

Дело в том, что именно там, в силу исторического развития, оказались в наличии два фактора, создававшие возможности спелеотерапии в соляных горных выработках.

Первый фактор — это действующие чуть ли не со времен римлян соляные копи Солотвино<sup>2</sup>, маленького поселка, зажатого Карпатами и Тисой, по которой проходила в то время государственная граница. Эти копи — относительное подобие<sup>3</sup> Велички — позволяли создать подземный спелеостационар. Второй фактор — наличие в Ужгороде (региональной столице Закарпатья) отличного медицинского факультета местного университета, что позволяло не только готовить врачей, но и вести научную работу. Научные изыскания были сосредоточены в основном вокруг вопросов использования природных минеральных вод, которыми так богато Закарпатье. Все это привело к тому, что в Ужгороде был открыт и работал Ужгородский филиал Одесского НИИ курортологии во главе с профессором М. Д. Торохтиным. Наличие квалифицированных медицинских кадров открывало возможности и практического, и научного применения лечебных методов спелеотерапии, что и произошло в дальнейшем, (см., например, [20, 21]).

Необходимо было лишь найти человека с желанием заняться спелеотерапией и возможностью все это претворить в жизнь. К счастью, такой человек нашелся — Василий Павлович Русин, тогда (с 1963 по 1974 годы) полномочный Председатель облисполкома Закарпатской области Украинской ССР.

Много позже (через 25 лет и через 50 лет) разные участники событий по-разному рассказывали автору историю этих знаменательных для всего человечества событий. Но главное в этих рассказах было то, что Василий Павлович Русин сам побывал в подземной лечебнице Велички и безоговорочно утвердился в мысли развить спелеотерапию в Закарпатье. Побывали там и закарпатские медики, которым необходимо было освоить новое для них направление медицинской деятельности.

В рекордные сроки в 1968 г. в одной из соляных шахт (№ 8) Солотвино были пройдены тупиковые выработки — палаты первого в Советском Союзе (и на Украине) подземного спелеотерапевтического стационара. Обслуживать его стала Областная аллергологическая больница. Но этого было мало, а первые успехи воодушевляли.

В другой соляной шахте (№ 9) Солотвино впервые в мире начали проходить по специальному проекту выработки (их уже не хочется называть горные

1 Местные жители, преимущественно русины, предпочитали и предпочитают называть свой регион не Закарпатьем (как оно видится нам из России), а Прикарпатьем (как оно видится им из Европы).

2 Или на местном диалекте — Солотвина.

3 Именно подобие, поскольку горно-геологические и горно-технические условия солекопей Велички и Солотвино совершенно различны.

выработки, ибо их назначение было другим) подземного спелеотерапевтического стационара для созданной по этому случаю Республиканской (затем Украинской) аллергологической больницы, впоследствии широко известной во всем мире.

Тем самым был сделан еще один исторический шаг: в спелеотерапии стали использовать специально созданные для лечения подземные пространства. Этому способствовали возможности Советской власти с ее огромными централизованно управляемыми материальными и людскими ресурсами и идейно-властным типом управления. Важно было принять решение — остальное делалось почти автоматически. Идея доминировала над экономическими соображениями. Затрат не считали — делали дело! И оно было сделано. И никто до сих пор (а прошло уже полвека) в рамках рыночной экономики так и не дерзнул повторить эти достижения шахтеров и медиков Солотвино<sup>1</sup>.

Успешная деятельность закарпатских медиков в лечении заболеваний органов дыхания в условиях соляных копей не могла остаться незамеченной пермскими учеными.

В это время стремительно нарастало производство калийных удобрений, строились новые калийные рудники, для их проветривания требовались огромные затраты. Поэтому пермские ученые, занятые вопросами рудничной вентиляции, и производственники калийных рудников Западного Урала внимательно исследовали качество воздушной среды калийных рудников для организации рециркуляции и снижения издержек. Ими были обнаружены уникальные способности атмосферы калийных рудников к самоочищению (вследствие естественной радиоактивности природного изотопа калия (K-40) и наличия тонкодисперсной соляной пыли). Наличие подземного спелеотерапевтического стационара в калийном руднике должно было, помимо собственно лечения<sup>2</sup>, усилить доказательность высокого качества рудничного воздуха.

<sup>1</sup> Мы не учитываем здесь подземные спелеотерапевтические стационары, построенные еще в советское время в калийных рудниках Западного Урала (Россия) и Белоруссии по специальным проектам. Первый такой стационар был построен в 1975 г. в Березниках под руководством горного инженера Л. М. Папулова. Учитывая ограниченные возможности спелеолечебницы на 30 коек и все возрастающую потребность в спелеотерапии, в 1988 г. руководством Советского Союза (по инициативе Л. М. Папулова – тогда заведующего промышленно-транспортным отделом Пермского обкома КПСС) было принято решение о распространении опыта использования калийных солей в лечебных целях на все калийные рудники Советского Союза. Поэтому в 1990 г. в СССР появляется еще одна действующая спелеолечебница на калийном руднике ПО «Беларускалий» (г. Солигорск Минской области Белоруссии). В это же время на Западном Урале завершено строительство подземного комплекса уникальной по возможностям крупной спелеолечебницы на руднике 4-го Березниковского рудоуправления ПО «Уралкалий», где впервые в мировой практике был создан специальный блок выработок для превращения обычного воздуха в лечебный [22]. После аварии в октябре 2006 г. на первом березниковском руднике и его затопления спелеолечебница в Белоруссии остается единственной в мире лечебницей в толще калийных солей.

<sup>2</sup> В то время не было многих современных лекарств, позволяющих бороться с астмой и хроническими obstructивными болезнями легких (ХОБЛ), и возможности спелеотерапии были очень кстати.

В начале 1971 г. сотрудники Пермского политехнического института А. Е. Красноштейн и В. А. Старцев, которые вели исследования процессов формирования воздушной среды и микроклимата в калийных рудниках, выступили с предложением и развернутым обоснованием целесообразности строительства спелеолечебницы в одном из калийных рудников Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей.

Это предложение получило одобрение и поддержку, и строительство началось. Оно велось так называемым хозспособом, т.е. за счет внутренних резервов калийного предприятия. Большую роль в принятии решения о строительстве подземной лечебницы, проектировании и самом строительстве сыграл Л. М. Папулов, работавший в те годы главным инженером 1-го рудника Березниковского калийного рудоуправления, где и построили спелеолечебницу, и (с 1973 г.) главным горняком всего комбината — ПО «Уралкалий».

В 1975 г. строительство подземных выработок для спелеолечебницы было завершено. Но только 10 мая 1977 г. первая в мире спелеолечебница в калийном руднике, любовно названная работниками рудника «Солярий», приняла своих первых 30 пациентов<sup>1</sup>.

С вводом в действие спелеолечебницы были продолжены аэрологические, теплофизические, аэрофизические, физиологические исследования ученых Пермского политехнического университета и Пермского государственного медицинского института о действии подземного микроклимата калийного рудника на живой организм, начаты конкретные медицинские и санитарно-гигиенические исследования.

Большая работа по медицинскому обеспечению и исследованиям результатов спелеотерапии в калийных рудниках была проведена под руководством проф. А. В. Туева и доц. Л. А. Вериховой [4].

Огромное количество людей хотело попасть в подземный стационар, но по соображениям безопасности лечить в нем детей и пожилых людей, а также людей с теми или иными ограничениями подвижности было невозможно. Начиная с аварии на действующем руднике (а исключить такое полностью нельзя) и эти категории больных не смогли бы выйти по запасному выходу и при самом трагическом стечении обстоятельств могли бы погибнуть.

Нужно было какое-то кардинальное техническое решение. Оно было найдено. Сначала казалось, что достаточно создать герметичные камеры — убежища, где больные могли бы оставаться на срок ликвидации аварии. Это было несложно реализовать, поскольку исследования (закрытого типа) в этом направлении велись и возможность такого решения была уже обоснована. Но неожиданно мысль пошла дальше. А почему бы не создать на поверхности так называемую климатическую камеру из калийной горной породы — сильвинита, которая бы

<sup>1</sup> Автор начал свои исследования процессов формирования воздушной среды этого подземного стационара в июле 1977 г. с измерения уровня легких аэроионов.

имитировала лечебные условия подземного стационара? Эта мысль пришла в голову кандидату технических наук, доценту кафедры разработки месторождений полезных ископаемых Пермского политехнического института В. А. Старцеву, обладавшему склонностью к новаторскому изобретательству, и впоследствии ставшему Заслуженным изобретателем РФ.

Сегодня мы смело можем назвать Владимира Андреевича Старцева изобретателем нового вида медицинской технологии — лечения в «соляной пещере», которую он разработал в 1981 г.

В 1982 г. коллективом авторов Пермских медицинского и политехнического институтов<sup>1</sup> была подана заявка на авторское свидетельство [1] и описана первая в мире климатическая камера для лечения заболеваний органов дыхания, содержащая палату из соляных блоков, соляной фильтр-насытитель с дробленой рудой и другие технические системы, используемые и поныне в современных моделях таких камер.

Сегодня такие климатические камеры под названиями *соляная пещера (salt cave)*, *соляной грот*, *спелеоклиматическая камера*, *спелеокамера*, *галокамера*, *галоклиматическая камера*, *спелеотерапевтическая палата*, *калийный класс*, *калийная комната*, *соляная комната*, *комната живого воздуха (vital air room)* и т.д. широко известны во всем мире.

Таким образом, развитие спелеологии в Перми помогло рождению спелеотерапии в калийных рудниках, а та, развитая исключительно усилиями пермских ученых и практиков, сделала еще один выдающийся исторический шаг — породила наземные спелеотерапевтические комплексы, в той или иной мере воссоздающие воздушную среду и микроклимат подземных спелеостационаров в калийных и соляных рудниках.

Началась эра спелеокамер, галокамер и «соляных пещер»!

Здесь мы позволим себе прервать историческое повествование, чтобы разобраться с терминологией. Увы, она еще не устоялась и смысловые названия перемежаются коммерческими. При этом в разных языках существуют и разные традиции употребления тех или иных слов.

Вначале о смысловых наименованиях.

Из природных солей мы остановимся на двух основных минералах, характерных для «соляных пещер», — галите (NaCl) и сильвине (KCl). Эти минералы в природе всегда содержат то или иное количество микроскопических примесей, которые в совокупности и особенностями формирования кристаллов (например, наличие мельчайших пузырьков газа) определяют различные органолептические свойства этих минералов, в частности цвет и прозрачность.

<sup>1</sup> Поскольку климатическая камера была инструментом для лечения, то создавшие ее горные инженеры уступили первенство коллегам — ученым-медикам, уже проводившим тогда санитарно-гигиенические и медико-клинические исследования в подземном спелеотерапевтическом стационаре. Первые три автора — медики, последние три — горные инженеры. Настоящий изобретатель оказался предпоследним и по безумным правилам библиографии даже не попадает в перечень упоминаемых лиц.

Эти минералы образуют две основные горные породы — галит (состоит из минерала галита и различных примесей типа глины) и сильвинит (смесь минералов сильвина и галита, перемежаемых различными примесями типа глины). Обе эти породы могут быть совершенно разного вида и строения, что очень существенно для «соляных пещер» и лечебного микроклимата, но гораздо менее существенно для производства поваренной соли или калийных удобрений. Поэтому слов и наименований различий этих минералов и соляных горных пород, вполне достаточных для горной промышленности, оказывается совершенно недостаточно для описания тонкостей производства и влияния на воздушную среду «соляных пещер».

Из всего многообразия физических факторов лечебной среды спелеотерапии (см. [7, 17, 23-25]) мы остановимся на влажности, запыленности (наличии аэрозольных частиц) и ионизации воздушной среды. Не вдаваясь в детали (см., например, [29]), заметим, что ионизация воздуха вызывается в «соляных пещерах» (1) радиоактивностью природного изотопа К-40, (2) диссоциацией молекул NaCl и KCl на ионы при взаимодействии с конденсатом водяного пара или с «капельками» воды, а также (3) при разрушении (диспергировании) твердых солей до пылевидного состояния или при «распылении/разбрызгивании» рассола или воды. Все эти процессы (кроме радиоактивности) существенно меняются при изменении влажности и существуют во всех спелеостационарах и «соляных пещерах».

Напомним, что главная идея возникновения всех «соляных пещер» была связана с попыткой имитации подземных лечебных условий в каменно-соляных или калийных рудниках [27, 32]. Так сложилось, что подземная среда каменно-соляных шахт Велички, Солотвино и калийных рудников Березников различна. Это обусловило различие трех основных ветвей «технологического» создания лечебной среды в классических первообразных «соляных пещерах», галокамерах, сильвинитовых спелеоклиматических камерах.

Существенным моментом солекопей<sup>1</sup> Велички являются текущие там (естественно, не везде) рассолы и плотные горные породы из галита серого и белесо-прозрачного цвета. Такие каменно-соляные горные породы достаточно ординарны, а вот наличие рассолов придает своеобразие микроклимату этих соляных копей. Поэтому именно в Восточной Европе соляные рассолы используют и при создании микроклимата «соляных пещер», и для так называемых «соляных градириен». Но почему соляные помещения для лечения называют «пещерами»? Дело в том, что использование слова «пещеры» очень естественно и привлекательно для жителей Восточной Европы, где они весьма распространены. Так, на стыке коммерции и сущности (о которой многие просто не догадываются) в Восточной Европе родился новый бренд — «соляная пещера».

<sup>1</sup> Строго по-горняцки – каменно-соляных рудников или (реже) шахт.

Существенным моментом солекопей Солотвино является очень высокая сухость и хрупкость белоснежного галита (почти 100% NaCl)<sup>1</sup>. В сочетании с низкой влажностью воздуха, связанной с относительно высокой температурой воздуха в шахте, эти свойства солотвинской соли приводят к огромному количеству сухой соляной пыли в воздухе. Вот почему важным и основным, по мнению медиков, лечебным фактором спелеотерапии в Солотвино является сухой соляной аэрозоль. Вот почему закарпатские специалисты во главе с М. Д. Торохтиным (см. [23]) в Ужгороде пошли по пути создания камеры искусственного микроклимата-биотрона в обычном помещении с генератором сухого соляного аэрозоля<sup>2</sup>. В те времена идея коллективного ингалятора была хорошо известна, но распыляли обычно раствор, как это делают, например, с минеральными йодо-бромными водами курорта Усть-Качка.

Однако, к сожалению, до авторского свидетельства в Ужгороде дойти не удалось. Зато благодаря другому выходцу из Закарпатья — П. П. Горбенко и его содружеству с инженером В. Ф. Слесаренко в Ленинграде сначала появляется удачное название для климатической камеры из галита — галокамера<sup>3</sup>. В ней еще нет генератора сухого соляного аэрозоля — галогенератора с распыляемой мелкопомолотой солью, названной аэрогалитом, и она ничем принципиальным не отличается от климатической камеры, ранее придуманной в Перми В. А. Старцевым [1].

В 1989 г. начинается и негласное «соревнование» Ленинградско-Солотвинских галитовых галокамер (с аэрозольным галогенератором) и Пермско-Соликамско-Березниковских сильвинитовых спелеокамер, ибо они появляются уже не в виде идеи, а в виде конкретного устройства, готового к рыночному существованию.

Сегодня легко подхваченная привычными к ингаляциям медиками галокамера с галогенератором стала основой новой разновидности ингаляционной терапии [18] в лечении больных — галотерапии [28].

Существенным моментом лечебной среды калийных рудников является наличие природного радиоактивного изотопа К-40. Вот почему толщину блока в

<sup>1</sup> О чистоте соли Солотвино говорит тот факт, что ее прямо из-под комбайна без какой-либо обработки фасовали для продажи в виде «поваренной соли» (из личного опыта автора).

<sup>2</sup> Обратим внимание, что проблема генерирования аэрозоля состоит в том, что аэрозольные частицы имеют очень большой диапазон размеров и, соответственно, массы [3]. При этом супертонкая аэрозоль создается только в процессах конденсации, тонкая аэрозоль может быть создана в определенных условиях из раствора, но сухая аэрозоль, создаваемая диспергированием (распылением или раздроблением), всегда достаточно груба. Супертонкая аэрозоль действует на организм человека (в небольших природных, как на морском побережье, дозах) благотворно, чего нельзя сказать о грубой аэрозоли. К сожалению, приборами измерить содержание супертонкой аэрозоли практически невозможно, ибо мы можем увидеть и измерить аэрозоль примерно с 0,1 мкм. Только наш нос чувствует запах соли! Заметим, что аэрозоль более 5 мкм вредна для легких человека, а потому полностью задерживается носом.

<sup>3</sup> См. [2]. Опубликовано 23.04.1986 г. Бюл. № 15 с приоритетом от 13.11.1984. Заметим, что пермская заявка имела приоритет от 22.10.1982 г. и была опубликована 23.01.1984. Авторы галокамеры прямо ссылаются на климатическую камеру пермяков как прототип.

первой заявке на климатическую камеру В. А. Старцев выбирал равной 60 см. Такая толщина сивинитового блока давала такой же поток радиоактивного излучения, как и бесконечный массив калийного рудника, а радиоактивность вызывала стабильно высокий уровень легких аэроионов. При этом особенности конденсации влаги при понижении температуры свежего воздуха, попадающего в подземный спелеостационар калийного рудника Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей, приводили к относительно низкому уровню соляной пыли (аэрозоля) в воздухе. Поэтому неизбежное «генерирование» аэрозольных частиц при взаимодействии влажного воздуха с соляной поверхностью самой камеры и с огромной поверхностью соляной породы в фильтре-насытителе было достаточно для поддержания лечебного уровня супертонкого соляного аэрозоля природных параметров.

Когда эта камера была придумана (1981 г.), она была первой в мире. Ее назвали в соответствии с русскоязычной медицинской терминологией «климатической камерой», под которой понимают помещение с заданными (так или иначе регулируемым) микроклиматом и воздушной средой, в том числе и в первую очередь с лечебными свойствами. Само слово микроклимат употребляли не в узком (собственно микроклимат), а в широком смысле, т.е. включая качество воздушной среды, и другие параметры, например радиоактивность.

Но после появления терминов и устройств «галокамеры» и «галогенератора» необходимо название, отражающее сущность создания иной лечебной среды. Сначала попытались использовать вместо термина «галокамера», в которой теперь всегда стоял галогенератор, близкое слово, сочетавшее удачное название «галокамера» и более традиционное название «климатическая камера». В Перми их стали называть «галоклиматическими камерами», но такое название не позволяло различать камеры, сделанные из галита и из сивинита. Новое название камерам, сделанным из сивинита, было предложено автором — сивинитовая спелеоклиматическая камера, которое породило коммерческое название камер — *спеклика*<sup>1</sup>, но в практическом дискурсе быстро стало просто *спелеокамерой*.

Уже в начале 90-х годов XX в. пермские исследователи, и автор в их числе, столкнулись с тем, что переведенное точно на английский язык название «сивинитовая спелеоклиматическая камера» — *sylvinite speleoclimatic chamber* — никак не воспринимается носителями языка. Они не знают, что такое «сивинит», они никогда не слышали слово «спелео», для них «*climatic chamber*» (климатическая камера) — не помещение для лечения, а специальное устройство, неплохо продающееся на рынке, для исследования (испытания) стойкости того или иного изделия к агрессивной (морской, океанической, соляной и т.п.) среде или к тем или иным экстремальным параметрам микроклимата: 100%-ой влажности или высокой температуре.

<sup>1</sup> От первых букв полного названия: СПЕлеоКЛИматическая КАмера (предложено автором).

Тогда, опираясь на известный термин А. Л. Чижевского «*живой воздух*» и на то обстоятельство, что высокая концентрация легких аэроионов характерна именно для сивинитовых спелеоклиматических камер, автором было предложено название «*Vital Air Room*» — *комната живого воздуха* или *комната жизненно необходимого воздуха*. При этом было учтено, что английское *alive* (живой) характеризует скорее «живость», «энергичность», «бодность», а вот процессы возрождения, оживления, воскрешения, восстановления описывается глаголом *revitalizing* (*возвращение к жизни*)<sup>1</sup>.

Но вернемся к истории. К концу 90-х годов первые экземпляры галокамер, сивинитовых спелеокамер, соляных пещер появляются в далеких от спелеотерапии западных странах. Но общественное мнение пока еще равнодушно к этим «чудесам техники». Но время идет, а дело движется не учеными, и, конечно, никак не медиками, полностью запеленутыми разнообразными глобальными консенсусами — строгими регламентами лекарственного лечения, а бизнесменами и энтузиастами.

Более того, следующий этап распространения идей «соляных пещер» на Запад, в США и Великобританию в начале 2000-х годов был связан в основном с мигрантами из Восточной Европы, для которых Величка — это бренд, а Солотвино или Березники — редко кому известные места. А поскольку основа современного рынка — это брендируемая продукция, то «*Salt Cave*» (соляная пещера) стало доминировать в названиях помещений, выполненных из соли, и само стало брендом.

Промоутеры технологии «*Salt Cave*» на пустом, но огромном американском рынке нуждались в красивой, эстетичной, прочной, брендируемой горной породе из соли. И такая порода нашлась. Это так называемая «гималайская соль», добываемая в солеруднике города Khewra в 160 км к югу от столицы Пакистана Исламабада. Это довольно чистая, монолитная, полупрозрачная (в этом есть свой смысл, что соль совсем прозрачная) натриевая соль (галит) различных оттенков, включая розовый (*pink*) и оранжевый (*red*) цвета. Она позволяет создавать эстетические шедевры<sup>2</sup>. Сегодня «*Salt caves*» из гималайской соли победно шествуют по планете, осваивая регион за регионом.

Однако, помимо эстетического воздействия, гораздо более важен лечебный эффект. Внимательный читатель давно уже задает себе вопросы: «Как же разные условия разных пещер и разных шахт оказывают в целом благоприятное воздействие? В чем же главный фактор воздействия? В тишине, в аэроионах, в стабильной температуре, в отсутствии аллергенов, в соляном и сухом аэрозоле?»

<sup>1</sup> По латински жизнь – *Vita*.

<sup>2</sup> Пермский сивинит несколько не уступает гималайской соли в эстетических свойствах и даже превосходит ее, но соль из-под гималайских гор, которые известны всем, — это бренд (конечно, после хорошей «раскрутки»), а вот о Перми знают за рубежом только нефтяники, ибо нефть лежит в отложениях пермского периода.

Ответ был предложен автором и его пермскими коллегами: главным интегральным фактором лечебного воздействия спелеотерапии и спелеоклиматотерапии является ГОРМЕЗИС неспецифической реакции адаптации организма при периодическом пребывании больного в отличной от обыденной лечебно-оздоровительной окружающей среде спелеотерапевтического (подземного или наземного) стационара [5, 4, 19, 32].

Вместе с тем действие ряда факторов, например, высокой влажности, высокой ионизации воздуха, высокого содержания соляных аэрозолей вызывает и прямые специфические реакции, положительные, а в ряде случаев и отрицательные. Однако сочетание специфических и неспецифических реакций на воздействие факторов лечебного пространства и обуславливает хороший эффект спелеотерапии и спелеоклиматотерапии.

Человечество очень нуждается в природном, легкодоступном комплексном воздействии на иммунитет и на нервную систему. Оно его получило в различных устройствах типа «Salt cave». А у их истока стояли пермская школа спелеологии, пермская школа рудничной аэрологии и пермская школа спелеотерапии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство SU 1068126 А. В. Г. Баранников, А. В. Туев, Н. Л. Чекина, А. Е. Красноштейн, В. А. Старцев и В. Я. Ковтун. Климатическая камера. Приоритет заявки от 22.10.1982 г. Опубликовано 23.01.1984 г. Бюл. № 3.
2. Авторское свидетельство SU 1225569 А. В. Ф. Слесаренко и П. П. Горбенко. Галокамера. Приоритет заявки от 13.11.1984 г. Опубликовано 23.04.1986 г. Бюл. № 15.
3. Аэрозоли / К. Спурный, Ч. Йех, Б. Седлачек, О. Шторх. — М.: Атомиздат, 1964. — 364 с.
4. Верихова Л. А. Спелеотерапия в России. Теория и практика лечения хронических заболеваний респираторного тракта в подземной сильвинитовой спелеолечебнице и наземных сильвинитовых спелеоклиматических камерах. — Пермь, 2000. — 231 с.
5. Власов В. В. Реакция организма на внешнее воздействие. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1994. — 343 с.
6. Георгий Алексеевич Максимович / Е. Г. Максимович, Н. Г. Максимович, В. Н. Катаев. — Пермь: Курсив, 2004. — 512 с.
7. «Живой воздух» спелеоклиматических стационаров и проблемы его воссоздания в наземных комплексах / Г. З. Файнбург, М. Т. Шаров, Л. М. Папулов, Ю. Н. Падерин // Вопросы физической спелеологии: межвед. сб. — М., 1994. — С. 117-123
8. Максимович Г. А. Карст соли Земли // Тезисы. докл на совещании по изучению карста. — М., 1956. — Вып. 18. — С. 14-15.
9. Максимович Г. А. Использование пещер для лечения (спелеотерапия) // Пещеры — 1964. — Вып. 4(5). — С. 109-112.
10. Максимович Г. А. Труды симпозиума по микроклимату, химизму и микробиологии пещер // Пещеры. — 1970. Вып. 8/9 — С. 195-196.

11. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. — Пермь: Перм. кн. изд-во, 1958. — 184 с.

12. Максимович Г. А., Хорошавин Н. Г. Использование пещер для лечения (спелеотерапия) // Тр. Перм. мед. ин-та, 1967. — Т. 75. (Вопросы теории и практики курортной терапии: Материалы конф. Вып 3). — С. 193-195.

13. Максимович Г. А., Хорошавин Н. Г. Лечебное использование природных и искусственных пещер // Проблемы медицинской географии Северного Кавказа. — Л., 1967. — С. 55-57.

14. Максимович Г. А., Хорошавин Н. Г. Типы природных и искусственных пещер, используемых для лечебных целей (спелеотерапия) // Восьмая научная сессия спелеологов: (Выезд. Сессия в г. Сухуми): крат. содерж. докл. — Тбилиси, 1967. — С. 17-21.

15. Максимович Г. А., Хорошавин Н. Г. Типы природных и искусственных пещер, используемых для лечебных целей (спелеотерапия) // Пещеры. — 1972. — Вып. 12-13. — С. 129-146.

16. Маньшина Н. В. Курортология для всех. За здоровьем на курорт. — М.: Вече, 2007. — 592 с.

17. Некоторые параметры лечебной среды спелеотерапевтического стационара в выработках калийного рудника / Г. З. Файнбург, В. М. Шаров, Л. М. Папулов, А. С. Николаев // Вопросы физической спелеологии. — М., 1994. — С. 111-116.

18. Пономаренко Г. Н., Червинская А. В., Коновалов С. И. Ингаляционная терапия. —СПб., 1998. — 132 с.

19. Современная спелеоклиматотерапия и галотерапия / Кол. авт. — отв. ред. проф. Г. З. Файнбург; Перм. гос. мед. академия; Перм. гос. техн. ун-т. — Пермь, 2005. — 140 с.

20. Торохтин М. Д. Спелеотерапия больных бронхиальной астмой. — Киев, 1987. — 96 с.

21. Торохтин М. Д., Чонка Я. В., Лемко И. С. Спелеотерапия заболеваний органов дыхания в условиях микроклимата соляных шахт. — Ужгород: Закарпаття, 1998. — 288 с.

22. Файнбург Г. З. Российской спелеотерапии — 20 лет // Спелеология в России. — 1998 г. — Вып. 1. — С. 92-100.

23. Файнбург Г. З. Введение в аэровалеологию: воздушная среда и здоровье человека / Перм. гос. техн. ун-т. — Пермь, 2002. — 68 с.

24. Файнбург Г. З. Живой воздух природы и его использование в медицине // Спелеоклиматотерапия : методика и эффективность применения: материалы Рос. науч.-практ. школы-семинара, посвящ. 20-летию спелеоклиматотерапии и 25-летию Рос. спелеотерапии, г. Пермь, 23-25 апр. 2002 г. / Перм. гос. мед. акад.; Перм. гос. техн. ун-т [и др.]. — Пермь, 2002. — С. 61-71.

25. Файнбург Г. З. Использование подземных пространств в спелеотерапии // Кунгурская ледяная пещера: 300 лет научной и туристической деятельности : материалы междунар. науч.-практ. конф. / Администрация Перм. обл., Администрация Кунгур. р-на [и др.]. — Кунгур, 2003. — С. 212-222.

26. Файнбург Г. З. Физические основы спелеотерапии // Карстоведение — XXI век: теоретическое и практическое значение : материалы междунар. симпозиума, г. Пермь, 25-30 мая 2004 г. / Междунар. Ассоц. инженеров-геологов; РАН; Мин-во образования и науки РФ; Администрация Перм. обл. — Пермь, 2004. — С. 354-358.

27. Файнбург Г. З. Нетрадиционное использование калийно-магневых солей Верхнекамского месторождения в гуманитарных целях // Рудник будущего. — 2011. — № 1 (5). — С. 52-56.

28. Червинская А. В. Галотерапия в профилактике и восстановительном лечении болезней органов дыхания // Современные технологии восстановительной медицины / под. ред. А.И. Труханова — М.: Медика, 2004. — С.137-158.

29. Черный К. А., Файнбург Г. З. Опыт использования сальвинитовых блоков и панелей в комнатах «живого» воздуха и основные параметры качества формируемой воздушной зоны // Инженерно-строительный журнал. — 2015. — № 2 (54). — С. 6-17.

30. Beamon S, Falkenbach A., Fainburg G., Linde K. Speleotherapy for Asthma (Cochrane Review) — Oxford, 2002. — 78p.

31. Mammoth Cave: The story behind the scenery / Joy M. Lyons. — Mammoth Cave National Park, 1991. — 48 p.

32. The Permian know-how for indoor air quality and climate — vital air room from sylvinitic material / G. Z. Fainburg, L. M. Papulov, J. N. Paderin, O. A. Kovalev, V. M. Votjakov // INDOOR AIR'96. Proc. 7th Internat. Conf. on Indoor Air Quality and Climate. Japan, Nagoya, 1996. — Vol.1, Sunday-Monday. — P. 971-974.

33. Salty Air / G. Fainburg— Preprint — Publishing house of Perm National Research Polytechnic University under support ASEAN Potash Mining Company. — Perm, Russia — Bangkok, Thailand, 2015. — 71 p.

34. Speleoterapie. Principy a zkusenosti / Zdenek Jirka a spolupracovnici. — Olomouc, 2001. — 282 s.

## БИОСПЕЛЕОЛОГИЯ

### BIOSPELEOLOGY

<sup>1</sup>Л. М. Кондратьева, <sup>1</sup>О. С. Полевская, <sup>2</sup>Н. С. Коновалова

<sup>1</sup>*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН*

<sup>2</sup>*Институт тектоники и геофизики ДВО РАН*

### РАСТВОРЕНИЕ КАЛЬЦИТА МИКРОБНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ ПЕЩЕРЫ СНЕЖНАЯ (АБХАЗИЯ)

<sup>1</sup>L. M. Kondrateva, <sup>1</sup>O. S. Polevskaya, <sup>2</sup>N. S. Konovalova

<sup>1</sup>*Institute of Water and Ecology problems FEB RAS*

<sup>2</sup>*Institute of tectonics and geophysics FEB RAS*

### DISSOLUTION CALCITE BY MICROBIAL COMPLEX IN THE SNEZHNYAYA CAVE (ABKHAZIA)

#### Summary

The article presents the results of experimental studies of the effect of temperatures (4°C and 23°C) and readily available organic compounds (yeast extract) on the intensity of dissolution of calcium carbonate in vitro by microbial complexes of the speleotheme called «moonmilk» from the Snezhnyaya cave. The change in temperature and the presence of organic compounds affected the structure and activity of the microbial community. The maximum adhesion on the glass was observed at 23°C. The formation of biofilms and the dissolution of calcite crystals occurred most actively at 4°C.

#### Введение

Карстовые горные массивы являются важной частью биосферы, они способствуют сохранению влаги и обеспечивают питание рек и ручьев [25]. Глобальное изменение климата и антропогенная нагрузка влияют на устойчивость всех типов экосистем [12]. Карстовые пещеры, выступая в качестве автономных подземных экосистем, могут быстро откликаться на изменение климатических условий и состояния окружающей среды [21].

Начиная с работ В.И. Вернадского и Г.А. Заварзина, среди базовых составляющих эволюции биосферы, наземной и подземной гидросферы важное место отводится биогеохимическим процессам. Роль катализаторов биогеохимических циклов играют микроорганизмы, которые сформировали биосферу в течение первых двух третей её существования и остаются основой современной биогеохимической машины планеты [4]. Участие микроорганизмов в круговороте основных элементов не вызывает сомнения, однако многие механизмы остаются

недостаточно изученными [16]. Так, природные циклы большинства элементов, форма их существования в растворенном или нерастворенном состоянии зависят от окислительно-восстановительных условий, которые создаются микробными клетками в результате их индивидуального развития *in situ* [5].

Одним из распространенных вторичных минералов среди горных пород в пещерах является карбонат кальция —  $\text{CaCO}_3$  (кальцит). Современный цикл кальция определяется прежде всего биологически опосредованными реакциями растворения (выщелачивания) и осаждения карбонатов, а также биоминералогией образования скелета протистами и микроорганизмами [4].

Активное преобразование микроорганизмами материнских пород обусловлено их способностью окислять и восстанавливать элементы с переменной валентностью, которые входят в состав кристаллической решетки минералов, а также влиянием метаболитов ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , органических кислот, слизи, щелочей, сероводорода и др.). В результате бактериального метаболизма выделяющийся углекислый газ создает благоприятную обстановку для растворения карбонатов [9]. Минерал при этом может быть полностью разрушен или (при избирательном выносе элементов) трансформирован в другой вторичный минерал [8].

Селективное растворение карбонатов кальция и магния (кальцита и доломита) может происходить при участии органических кислот (лимонная, изолимонная, кетоглутаровая, молочная, фумаровая), которые накапливаются в культуральной жидкости в результате развития микроорганизмов [11].

Исследования спелеотем в пещере туннельного типа в северной Швеции показали, что в натечной коре происходит чередование слоев темных (содержащих органическое вещество) и светлых (кальцит). Предполагают, что слои, богатые органическими веществами, отражают условия микробного роста в пещере в течение весенне-летних сезонов, в то время как неорганические слои представляют прост спелеотем во время зимы или в начале весны [24].

Для пещер характерны многочисленные и разнообразные минеральные структуры [17]. Большой интерес среди минеральных образований пещер вызывает «лунное молоко» (moonmilk) — белое карбонатное образование различной морфологии и консистенции (порошкообразной, сухой, пастообразной, влажной или даже жидкой) [20], которое широко распространено в пещерах по всему миру и при различных климатических условиях [7, 15]. Исследователи «лунного молока» придерживаются двух основных концепций его происхождения: микробиологической и геологической. Наиболее полный обзор гипотез генезиса «лунного молока» содержится во втором издании энциклопедии пещерной минералогии «Cave Minerals of the World» [19]. Согласно одной из гипотез, оно является конечным продуктом растворения и дезинтеграции коренной породы под действием многих факторов, в том числе жизнедеятельности микроорганизмов. Во многих работах приведены убедительные данные о присутствии в «лунном молоке» различных групп микроорганизмов, показана их важная роль в процессе осаждения кальция [23]. Доказано экспериментально, что некоторые бактериальные культуры, выделенные из «лунного молока» на селективных

средах, содержащих растворимые соли кальция, были способны к кристаллизации кальцита [13, 14]

Однако в настоящее время недостаточно изучено влияние абиотических факторов на растворение горных пород микроорганизмами, входящими в состав «лунного молока».

Цель нашей работы — показать влияние температуры и органических веществ на интенсивность растворения карбоната кальция *in vitro* микробными комплексами спелеотемы «лунное молоко» из карстовой пещеры Снежная (Абхазия).

### Объекты и методы исследования

Образцы спелеотемы «лунное молоко» (рис. 1) были отобраны с соблюдением правил асептики на глубине 1000 м относительно нижнего входа со стен Хрустального меандра и Рифовой галереи пещеры Снежная (пещерная система Снежная — Меженного — Иллюзия) в январе 2015 г. участниками экспедиции исследовательского проекта «Снежная» под руководством В. О. Шадрина. Пещерная система, расположенная в Хыпстинском карстовом массиве (Западный Кавказ, Абхазия), была открыта в 1971 г. (шахта Снежная) спелеологами Московского государственного университета [2, 6]. По опубликованным данным, протяженность пещерной системы составляет 27078 м, глубина — 1753 м. В ней встречаются различные вторичные минералы: Mg- и Sr-содержащий кальцит, арагонит, гипс, гидромагнезит, целестин, стронцианит, доломит, гетит, рутил и циркон [1]. Температура воздуха на момент отбора проб составляла 5°C.



Рис. 1. «Лунное молоко» на стене меандра Хрустальный, пещера Снежная.

Для оценки способности микробного комплекса (МК) из натечного образования «лунное молоко» растворять частицы кальцита при разных температурах (4°C и 23°C) был проведен эксперимент с использованием метода «Стекла обрастания» [10]. В колбы с 75 мл жидкой питательной среды Бромфильда вносили разное количество карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ), в часть колб добавляли в качестве источника углерода дрожжевой экстракт (ДЭ), затем во все колбы помещали стерильные предметные стекла (табл. 1). В качестве инокулята использовали по 1 мл суспензии, приготовленной из микробной биомассы, выросшей после посева «лунного молока» на полужидкий агар-агар. Через 30 суток были проведены комплексные микробиологические

исследования образцов культуральной жидкости и осадка: микроскопия стекол, высев осадка на агаризованные питательные среды (крахмал-аммиачный агар — КАА, рыбо-пептонный агар — РПА и РПА, разбавленный в 10 раз). Инкубировали 7 суток при температуре 4°C и 23°C. Осадок исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа (EVO-40HV, Carl Zeiss) с напылением платины в режиме вторичных электронов.

Таблица 1  
Варианты эксперимента для определения характера растворения CaCO<sub>3</sub>

№ варианта	Температура 4°C		№ варианта	Температура 23°C	
	количество CaCO <sub>3</sub> , г/л	ДЭ, г/л		количество CaCO <sub>3</sub> , г/л	ДЭ, г/л
1	1	-	7	1	-
2	5	-	8	5	-
3	10	-	9	10	-
4	1	0,1	10	1	0,1
5	5	0,1	11	5	0,1
6	10	0,1	12	10	0,1

Примечание: «-» — отсутствие вещества.

### Результаты и обсуждение

На 30-е сутки эксперимента была отмечена способность микроорганизмов продуцировать слизистые пленки, оседающие на дне колб (табл. 2). При низкой температуре без добавления ДЭ в колбах, содержащих 1 г CaCO<sub>3</sub>, наблюдали хлопья, слизистые тяжи и отсутствие взвешенных частиц. Растворение 1 г карбоната кальция при 4°C происходило в течение 30 суток. При более высоких концентрациях карбоната кальция (5 и 10 г) происходило склеивание нерастворившихся взвешенных частиц кальцита. Внесение ДЭ стимулировало более активное склеивание кристаллов CaCO<sub>3</sub>. При температуре 23°C и низкой концентрации CaCO<sub>3</sub> также наблюдали склеивание частиц карбоната кальция и их постепенное растворение. При более высоких концентрациях карбонат кальция находился в основном в виде тонкодисперсного осадка на дне колб. Внесение ДЭ приводило к наиболее активной адгезии бактериальных клеток на стекле. Максимальное количество биопленок, погруженных в полимерный матрикс, наблюдали при низкой температуре.

Рост микроорганизмов в толще среды сопровождался изменением оптической плотности, был более интенсивным в присутствии ДЭ и не зависел от температуры. Это свидетельствует о способности представителей МК «лунного молока» использовать для роста и развития природные органические вещества,

которые продуцируются в результате метаболизма микробных комплексов и лизиса бактериальных клеток.

Таблица 2  
Культуральные особенности роста микроорганизмов при различных условиях эксперимента

№ варианта	Адгезия на стекле	Рост в толще среды	Пленки на дне
4°C			
1	+	+	++++
2	+	+	+++
3	+	+	+++
4	++	++	+
5	++	++	++
6	++	++	++
23°C			
7	++	+	++
8	++	+	++
9	++	+	++
10	++++	++	+
11	+++	++	+
12	+++	++	+

Примечание: «-» — отсутствие роста; «++» — замедленный рост; «+++» — умеренный рост; «++++» — активный рост.

В ходе эксперимента отметили отсутствие роста микроорганизмов на поверхности раздела фаз *жидкость — воздух*. Это дает основание предполагать, что в структуру микробного сообщества «лунного молока» входили факультативные анаэробы, предпочитающие развиваться в основном в прикрепленном состоянии на твердой поверхности. Это выражалось в виде адгезии на дне колб и на частицах кальцита. Рост в толще среды не зависел от температуры культивирования.

Дополнительная информация о физиологических свойствах микробного сообщества «лунного молока» была получена при исследовании стекол обрастания. В результате световой микроскопии было установлено, что в составе селекционированных при разных условиях микробценозов доминировали Грампалочковидные бактерии разной длины — от 0,5 до 2 мкм. Наиболее активное образование биопленок на предметных стеклах наблюдали на 30-е сутки в присутствии дрожжевого экстракта при 23°C независимо от концентрации кальция

(варианты 10–12). По отношению к кислороду были выявлены две основные группы бактерий, способных к адгезии: аэробная — формирование биопленки наблюдали в контактной зоне *жидкая среда — воздух*, и факультативно-анаэробная — развитие бактерий происходило фактически на всей поверхности стекла, погруженной в питательную среду. На разделе фаз ярко выраженные биопленки формировались при 4°C, в том числе в варианте 3 при высокой концентрации карбоната кальция и без внесения ДЭ. При 23°C независимо от внесения ДЭ развивались обе группы бактерий (рис. 2).

Эти исследования позволяют предположить, что при формировании «лунного молока» на скальных породах среди первопоселенцев могут присутствовать хемолитоавтотрофные микроорганизмы, развивающиеся за счет минеральных веществ, включая карбонат кальция. Затем начинается развитие органотрофных микроорганизмов, утилизирующих их метаболиты. Увеличение общей биомассы «лунного молока» происходит в результате формирования биопленок при продуцировании слизистых полимерных соединений.

Подтверждением могут служить проведенные исследования слизистого осадка, образованного при разном содержании карбоната кальция, с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Анализ электронных изображений позволил выявить разные стадии растворения кубических кристаллов кальцита *in vitro* при участии комплексного микробного сообщества спелеологического образования «лунное молоко». Полное растворение кристаллов  $\text{CaCO}_3$  было зарегистрировано при 4°C при его низкой концентрации. При использовании высоких концентраций кальцита были зарегистрированы разные этапы его растворения, начиная с адгезии бактериальных клеток, склеивания отдельных частиц в

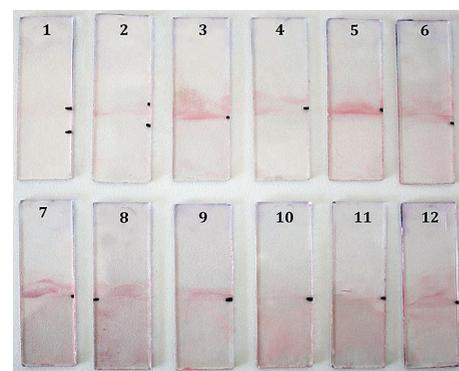


Рис. 2. Окраска по Граму биопленок на стеклах обрастания при культивировании микробного сообщества «лунного молока» в разных условиях (варианты описаны в табл. 1)

конгломераты и постепенной эрозии его кристаллов с последующим растворением под влиянием метаболитов биопленок (рис. 3, 4).

Высев культуральной жидкости на агаризованные среды позволил оценить степень влияния предварительного поступления органических веществ (ДЭ) на дальнейшее развитие биопленки на разных субстратах. Согласно визуальному осмотру колоний на агаризованных средах, поступление ДЭ способствовало интенсивности роста микроорганизмов, но не повлияло на разнообразие сообщества. Так, на азотсодержащих средах РПА и РПА:10

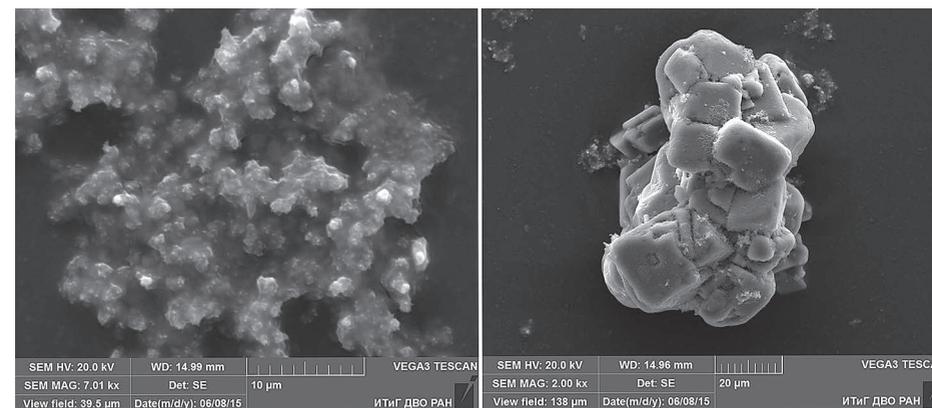


Рис. 3. СЭМ изображение слизистого осадка: слева — вариант 2, увеличение 7000 раз; справа склеенные кристаллы карбоната кальция — вариант 3, увеличение 2000 раз

доминировали серо-палевые колонии, на КАА — молочные слизистые и желтые.

Наиболее активное слизиобразование отметили на КАА при комнатной температуре после предварительного культивирования микробиоценоза при температуре 4°C и концентрации карбоната кальция 5–10 г/л (рис. 5). Согласно литературным данным, при оптимальном повышении температуры полисахариды могут быть представлены желеобразным веществом, которое способствует более сильному прикреплению биопленки к поверхности [22].

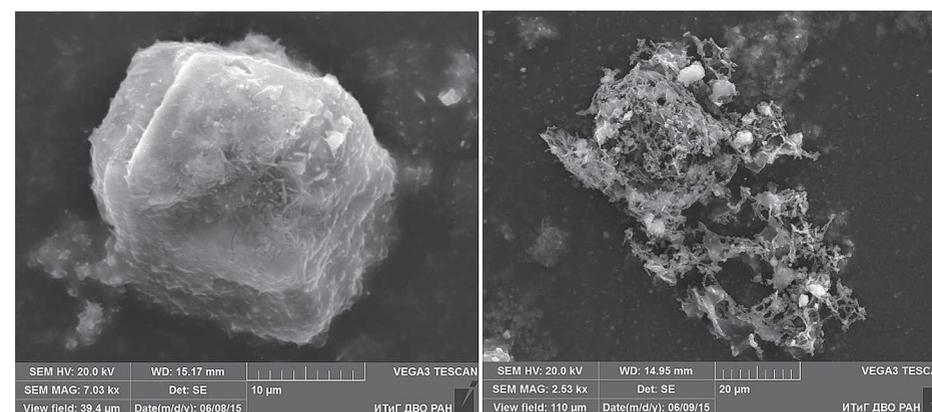


Рис. 4. СЭМ изображение разных стадий бактериального растворения кристаллов карбоната кальция: слева — вариант 7, увеличение 7000 раз; справа — вариант 10, увеличение 5000 раз

Слизеобразование — это, с одной стороны, защитный механизм от негативного воздействия окружающей среды, с другой — способ извлечения питательных элементов из минералов. Ранее было показано, что агрессивные органические кислоты, входящие в состав слизистых полимерных субстанций (СПС), нарушают химические связи в минералах, элементы выпадают из кристаллической решетки и переходят в окружающий раствор. При этом разрушение минералов происходит только при непосредственном контакте биогенной слизи с твердыми частицами [3].



Рис. 5. Характер роста микробного комплекса на крахмал-аммиачном агаре после предварительного культивирования в жидкой среде (варианты 5 и 6)

Во многих случаях микроорганизмы и их внеклеточные полимерные вещества, действуют как эффективные центры формирования новых структур, которые могут привести к пассивной инкрустации биопленок и повлиять на структуру натечных образований [24]. Так, отрицательно заряженные функциональные группы внеклеточных полимеров, могут играть двойную роль в осаждении минералов. С одной стороны, полимер может выступать в качестве катионного обменника, ингибирующего отложение минералов, если в воде присутствуют очень высокие концентрации ионов  $Ca^{2+}$  или  $Mg^{2+}$ . С другой стороны, при деградации этих слизистых полимеров гетеротрофными бактериями может происходить освобождение некоторых из захваченных

двухвалентных катионов обратно в воду [18]. Проведенные нами исследования показали, что одним из условий формирования биопленки «лунного молока» является доступ природных органических веществ. Установлено, что отсутствие ДЭ приводит к менее активному синтезу слизистых полимеров, в этом случае образование биопленки может сопровождаться обратимой адгезией. Потенциал продуцирования полимеров увеличивается при росте на средах, содержащих легкодоступные источники углерода, например, крахмал.

### Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что биопленки из «лунного молока» пещеры Снежная сформированы разнообразными микроорганизмами, которые отличаются по своим «пищевым» потребностям и способностью синтезировать СПС. В связи с этим можно выделить следующие обязательные элементы для формирования спелеотемы «лунное молоко»:

1) присутствие в качестве первопоселенцев психрофильных хемолитоавтотрофных микроорганизмов;

- 2) доступ природных органических веществ;
- 3) активный синтез полимеров, способствующих необратимой бактериальной адгезии на минералах, их растворению и формированию биопленок;
- 4) подселение органотрофных микроорганизмов, аккумуляция в биопленке разных элементов, включая железо, марганец, магний, кальций и образование вторичных минералов.

Присутствие органических веществ в водной среде оказывает существенное влияние на структуру микробного сообщества, интенсивность адгезии на поверхности материнских пород за счет скорости продуцирования полимерных субстанций. Все эти процессы, происходящие непрерывно при просачивании воды, обеспечивают формирование биомассы «лунного молока». Входящие в состав сообщества аэробные и факультативно-анаэробные формы микроорганизмов определяют возможность развития биопленок при разном температурном режиме. При  $23^{\circ}C$  могут развиваться факультативно-анаэробные представители, а при  $4^{\circ}C$  — аэробные.

Установлено, что интенсивное растворение карбоната кальция может происходить при низкой температуре и без внесения дополнительных источников углерода. В этом случае активную роль играют хемолитоавтотрофные микроорганизмы. Так, растворение 1 г кальцита *in vitro* при температуре  $4^{\circ}C$  происходило в течение 30 суток.

Таким образом, экспериментально показано, что при создании определенных условий для жизнедеятельности микробного сообщества на минеральных частицах карбоната кальция изменяется его структура и характер метаболизма, в частности, это может привести к доминированию представителей, активно растворяющих коренную породу. Данные исследования приобретают актуальность в условиях глобального изменения климата. Существуют риски ускорения процессов карстообразования при изменении условий в пещерных местообитаниях, которые тесно связаны с подземными водоносными горизонтами и антропогенным преобразованием поверхностных ландшафтов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базарова Е. П., Мазина С. Е., Ходырева Е. В. Минералогические исследования в пещерной системе Снежная — Меженного — Иллюзия (Западный Кавказ, Бзыбский хребет): предварительные результаты и направления дальнейших работ // Спелеология и карстология. — 2013. № 10. — С. 76–85.
2. Вахрушев Б. А., Дублянский В. Н., Амеличев Г. Н. Карст Бзыбского хребта. Западный Кавказ. — М.: РУДН, 2001. — 165 с.
3. Глазовская М. А., Добровольская М. А. Геохимические функции микроорганизмов.— М.: Изд-во МГУ, 1984. — 152 с.
4. Заварзин Г. А. Лекции по природоведческой микробиологии. — М.: Наука, 2003. — 348 с.
5. Кулаков В. В., Кондратьева Л. М. Биогеохимические аспекты очистки подземных вод Приамурья//Тихоокеанская геология. — Т. 27. № 1. — С. 109–118.

6. Людковский Г. В., Мавлюдов Б. Р., Морозов А. И. и др. Об исследовании Снежной — глубочайшей карстовой пещеры СССР // ДАН СССР. — 1981. — Т. 259. № 2. — С. 437-442.
7. Мазина С., Семиколенных А. Различные формы лунного молока пещер России в свете проблемы генезиса // Пещеры. — 2010. № 33. — С. 34-44.
8. Максимович Н. Г., Мещерякова О. Ю., Хмурчик В. Т. Микробиологические процессы при нефтяном загрязнении карстовых массивов // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч.тр. — Вып. 12. — М.: ИПЦ «Луч», 2010. — С. 89-93.
9. Максимович Н. Г., Хмурчик В. Т. Влияние микроорганизмов на минеральный состав и свойства грунтов // Вестник Пермского университета. — 2012. — Сер. Геология. — Вып. 3 (16). — С. 47-54.
10. Намсараев Б. Б., Бархутова Д. Д., Хахинов В. В. Полевой практикум по водной микробиологии и гидрохимии: Метод. пособие. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. Госун-та. — 2006. — 68 с.
11. Патент № 2120430 РФ. Способ получения фосфатного концентрата из карбонатсодержащего фосфатного сырья / Б. А. Поташник, З. А. Авакян, Г. И. Каравайко, А. Ф. Георгиевский, В. О. Магер. МПК6 C05F11/08. Заявл. 30.12.1992. Опубл. 20.10.1998.
12. Шварцев С. Л. Внутренняя эволюция геологической системы вода-порода // Вестник РАН, 2012. — № 3. — С. 242-251.
13. Baskar S., Baskar R., Maucclair L., McKenzie J. A. Microbially induced calcite precipitation in culture experiments: Possible origin for stalactites in Sahastradhara caves, Dehradun, India // Current Science. — 2006. — P. 58-64
14. Borsato A., Frisia S., Jones B., et al. Calcite Moonmilk: Crystal Morphology and Environment of formation in Caves in the Italian Alps // Journal of Sedimentary Research. — 2000. — Vol. 70, № 5. — P. 1179-1190.
15. Braissant O., Bindschedler S., Daniels A. U., et al. Microbiological activities in moonmilk monitored using isothermal microcalorimetry (Cave of Vers chez le Brandt, Neuchatel, Switzerland) // Journal of Cave and Karst Studies, 2012. — Vol. 74, № 1, — P. 116-126.
16. Cosmidis J., Benzerara K., Gheerbrant E., Estève et al. Nanometer-scale characterization of exceptionally preserved bacterial fossils in Paleocene phosphorites from Ouled Abdoun (Morocco) // Geobiology. — 2013. — Vol. 11. — № 2. — P. 139-153.
17. Culver D. C., Sket B. Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells // Journal of cave and Karst studies. — 2000. — № 62 (1). — P. 11-17.
18. Dupraz C., Reid R. P., Braissant O., et al. Processes of carbonate precipitation in modern microbial mats // Earth Science Reviews. — 2009. — Vol. 96. № 1. — P. 141-162.
19. Hill C. A., Forti P. Cave mineralogy and the NSS: past, present, future // Journal of Cave and Karst Studies. — 2007. — Vol. 69. — № 1. — P. 35-45.
20. Maciejewska M., Pessi I. S., Arguelles-Arias A. et al. Streptomyces lunaelactis sp. nov., a novel ferroverdin A-producing Streptomyces species isolated from a moonmilk

speleothem // Antonie van Leeuwenhoek. — 2015. — Vol.107. № 2. — P. 519-531.

21. Musgrove M., Banner J. L. Controls on the spatial and temporal variability of vadose dripwater geochemistry: Edwards Aquifer, central Texas // Geochimica et Cosmochimica Acta. — 2004. — Vol. 68. — № 5. — P. 1007-1020.
22. Perry T. D., Duckworth O. W., McNamara C. J., Martin S. T. Mitchell R. Effects of the biologically produced polymer alginic acid on macroscopic and microscopic calcite dissolution rates // Environmental Science and Technology. — 2004. — Vol. 38. — P. 3040-3046.
23. Portillo M. C., Gonzales J. M. Moonmilk deposits originate from specific bacterial communities in Altamira Cave (Spain) // Microbial Ecology. — 2011. — Vol. 61. — P. 182-189.
24. Sallstedt T., Ivarsson M., Lundberg J., et al. Speleothem and biofilm formation in a granite/dolerite cave, Northern Sweden // International Journal of Speleology. — 2014. — Vol. 43. № 3. — P. 305-313.
25. Vesper D. J., Loop C. M., White W. B. Contaminant transport in karst aquifers // Theoretical and Applied Karstology. — 2001. — №. 13-14. — P. 101-111.

**Р. Э. Дашко, И. В. Алексеев**

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»*

## **СТАЛАКТИТЫ В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ ЯКОВЛЕВСКОГО РУДНИКА**

**R. E. Dashko, I. V. Alekseev**

*National Mineral Resources University «Mining»*

## **STALACTITES IN THE UNDERGROUND TUNNELS OF THE YAKOVLEVSKY MINE**

### **Summary**

Main dripstone types encountered in the underground tunnels of the Yakovlevsky mine (Kursk Magnetic Anomaly) are reviewed. Their full description is given including detailed chemical composition and expected formation mechanisms.

Известно, что формирование натечных образований, к которым относят сталактиты, сталагмиты, геликтиты и многие другие, может наблюдаться не только в классических природных пещерах, но и в искусственных сооружениях вследствие

разрушения различных подземных конструкций под действием агрессивных вод. К настоящему времени накопился довольно большой объем литературных свидетельств существования подобных техногенных спелеотем. Традиционно в минеральном отношении они представлены карбонатами, образующимися при растворении и выщелачивании бетонов, строительных растворов или природных материалов — известняков, доломитов, мергелей. В определенных условиях могут формироваться натечные образования и другого минерального состава [3].

Наиболее доступны для изучения техногенные натечные образования, приуроченные к различным наземным постройкам или подземным сооружениям неглубокого заложения. В то же время техногенные спелеотемы, формирующиеся на больших глубинах, например, в подземных выработках различных шахт и рудников, практически не изучены, хотя и представляют не меньший интерес. В этой связи особую значимость приобретают исследования сталактитов, выполненные сотрудниками кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Санкт-Петербургского Горного университета на Яковлевском руднике КМА, расположенном в Белгородской области.

Яковлевское железорудное месторождение относится к уникальным по запасам — более чем в 10 млрд. т, а также по качеству железных руд — содержание железа в них превышает 65%, т.е. они не требуют обогащения. Обработка полезного ископаемого на объекте ведется подземным способом в корах химического выветривания джеспилитов на глубинах свыше 650 м в условиях неосушенных водоносных горизонтов и широкого распространения слабых водонестойчивых руд. Обеспечение безопасности ведения горных работ при постоянном увеличении объемов добычи железных руд неразрывно связано с необходимостью прогнозирования развития инженерно-геологических процессов и явлений, определяющих устойчивость подземных выработок. В этой связи Горным университетом для рудника был разработан регламент комплексного мониторинга, который включал два блока наблюдений: в подземных выработках и на земной поверхности в пределах шахтного поля. Важной частью данного мониторинга стало изучение биокоррозионных процессов конструкционных материалов на рабочих горизонтах (–425) м и (–370) м.

Методически изучение процессов биокоррозионного разрушения на Яковлевском руднике проводилось с использованием комплекса методов, включавшего:

1) химические анализы водных вытяжек, приготовленных из проб, отобранных при обследовании горных выработок, разрушенных конструкционных материалов и вторичных образований, на 13 компонентов, дополненные определениями pH, жесткости, сухого остатка, БПК<sub>5</sub>, ХПК и перманганатной окисляемости;

2) специализированные микробиологические исследования для оценки видового состава микробиоты, принимающей участие в процессах деструкции.

При проведении обследования горных выработок в 2014–2015 годах особое внимание было уделено образованию солевых налетов и натечных форм на стенках горных выработок, которое сопровождалось ростом сталактитов различного цвета и размеров.

Так, в квершлага № 1 третьего рудного ствола на горизонте (–425) м были отобраны хрупкие, тонкостенные, трубчатые сталактиты черно-коричневого цвета, свисающие с прутьев металлической арматуры арочной крепи, с сеток-стяжек, труб и воздухопроводов (рис. 1). Длина сталактитов составляет 10-15 см, достигая в отдельных случаях 40 см, при среднем диаметре 5-7 мм. Черно-коричневый цвет указывает на протекание процессов окисления закисного железа, которое, как известно, при переходе из двухвалентной в трехвалентную форму в окислительных условиях приобретает коричневую окраску.



Рис. 1. Железистые сталактиты в квершлага № 1 на металлической арматуре арочной крепи (слева), сетке-стяжке (в центре), воздуховоде (справа).

Фото И. В. Алексеева

Проведение рентгено-фазового анализа позволило установить, что в минеральном плане данные сталактиты представлены лепидокрокитом и гетитом. Указанные минералы формируются в зонах окисления в результате гидролиза Fe-содержащих соединений и относятся к доминирующим продуктам коррозии сталей. Интенсивность коррозионных процессов может значительно изменяться в зависимости от температурно-влажностных особенностей, уровня атмосферного загрязнения и химического состава подземных вод.

Процессы, протекающие при воздействии подземных вод, могут быть схематически представлены следующим образом. Железо в виде двухвалентных ионов переходит в раствор и с продуктом катодной реакции — гидроксидом (ОН<sup>-</sup>) образует гидрат закиси железа. Параллельно часть двухвалентных ионов железа окисляется до трехвалентного состояния. Гидроксид трехвалентного железа превращается в оксигидрат железа (FeOОН), первая кристаллическая модификация которого — лепидокрокит. При последующих фазовых превращениях образуется гетит. Формирование оксигидридов железа значительно ускоряет процессы коррозионного разрушения [2].

Гетит можно отнести к стабильным продуктам коррозии железа — он образует плотный компактный слой на поверхности объекта, предотвращая активный доступ кислорода. Лепидокрокит, напротив, имеет губчатую рыхлую структуру,

позволяющую поглощать и удерживать воду, электролиты, газы. Являясь нестабильным продуктом коррозии, он может ускорять разрушение железа, способствуя снижению адгезии покрытия к подложке; накоплению химически связанной воды, которая при освобождении может способствовать коррозии под защитной пленкой; адсорбции агрессивных примесей из окружающей среды.

Рост описанных железистых сталактитов зафиксирован на участке непосредственного контакта металлической арочной крепи с железистыми кварцитами. Поверхность крепи и горных пород мозаично покрыта слизистыми образованиями охристого цвета, что говорит о присутствии гидроокислов железа, а также о деятельности железокисляющих бактерий. Место пробоотбора характеризуется наличием капелей в кровле выработки и, соответственно, обилием капельной влаги на поверхности металлических конструкций, что связано с нисходящим перетеканием маломинерализованных вод нижнекаменноугольного водоносного горизонта. Вода имеет гидрокарбонатный натриевый состав, характеризуется слабощелочной и щелочной реакцией (рН = 7,5–9,0), повышенным содержанием фторидов (до 12,5 мг/дм<sup>3</sup>).

Химический анализ водной вытяжки сталактитов выявил в ней пониженный кислотно-щелочной потенциал (рН=6,1), что свидетельствует о дополнительном подкислении среды за счет протекающих биохимических процессов (табл. 1). Вытяжка имеет хлоридно-гидрокарбонатный натриевый состав. Содержание макрокомпонентов, в целом, отвечает составу вод нижнекаменноугольного водоносного горизонта.

Бактериологический анализ сталактитов показал присутствие широкого спектра бактерий. Гетеротрофные микроорганизмы наиболее активно развивались на среде ГМФ. Однако и на других твердых питательных средах (среда Александра, крахмально-аммиачный агар, среда Чапека) численность формирующихся колоний была высокой (табл. 2).

Подчеркнем, что высокая численность бактерий в сталактитах коррелирует с высокой численностью микромицетов (до 6000 КОЕ/г<sup>1</sup>), представленных такими видами, как *Aspergillusversicolor*, *A. oryzae*, *Doratomycesstemonitis*, *Mucorhiemalis*, *Penicilliumbrevicomactum*, *P. chrysogenum*, *Trichodermaviride*. Данный факт свидетельствует о насыщенности микробного сообщества в формируемых биопленках, существовании устойчивых ассоциаций бактерий и микромицетов и установлении тесных трофических связей между ними.

Анализ присутствия основных групп аэробных и анаэробных бактерий из сталактитов на жидких питательных средах выявил признаки наличия тионовых бактерий, умеренноразвитие сульфатредуцирующих и железовосстанавливающих бактерий, а также массовое развитие аммонифицирующих микроорганизмов. Факт обнаружения в водной вытяжке сталактитов нитрат-иона (7,3 мг/дм<sup>3</sup>) и иона аммония (5,2 мг/дм<sup>3</sup>) — компонентов, не обнаруженных в водах нижнекаменноугольного

Определяемые показатели	Ед. изм.	Величина показателей химического состава		
		Черно-коричневые сталактиты	Желтые мимозоподобные отложения	Зеленые мелантеритовые сталактиты
рН	ед.рН	6,1	2,5	2,7
Cl <sup>-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	283	6026	5317
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	441	< 10	< 10
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	22	27179	19545
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	7,3	6,2	21
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	0,099	3,5	1,8
Na <sup>+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	266	13367	3448
K <sup>+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	18	441	317
Ca <sup>2+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	42	1891	1432
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	5,2	167	1257
Fe <sup>2+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,05	187	248
Feобщее	мг/дм <sup>3</sup>	17	710	13060
Силикаты	мг/дм <sup>3</sup>	0,46	1,1	0,69
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	0,13	6,6	0,41
Жестк. общая	°Ж	3,0	121	325
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5,1	95	1088
ХПК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	27	391	2599
Перм. окисл-ть	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6,0	105	1840
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	961	50097	34649

Таблица 2

Численность бактерий на твердых питательных средах в пробах сталактитов (КОЕ/г)

Вид сталактитов	Питательная среда			
	ГМФ	КАА	СрА	Среда Чапека
Железистые	1,2·10 <sup>7</sup>	1,2·10 <sup>6</sup>	1,1·10 <sup>6</sup>	3,0·10 <sup>4</sup>
Сульфатно-железистые	2,0·10 <sup>6</sup>	2·10 <sup>3</sup>	-	8,7·10 <sup>4</sup>

ГМФ — гидролизат мяса ферментативный (среда для широкого круга гетеротрофных бактерий); КАА — крахмально-аммиачный агар (среда для выделения актиномицетов); СрА — среда Александра (для силикатных бактерий); среда Чапека — для культивирования микромицетов.

<sup>1</sup> КОЕ/г – число колониеобразующих единиц на 1 г субстрата

горизонта, подтверждает протекание микробиологических процессов при участии как аммонифицирующих, так, возможно, и нитрифицирующих бактерий.

Следует обратить особое внимание на содержание в водной вытяжке общего железа, достигающее 17 мг/дм<sup>3</sup>. При этом закисное железо в ней отсутствует, что говорит о существовании окислительной обстановки. Вынос железа из металлических конструкций может происходить в результате электрохимических процессов, усиленных биохимическими преобразованиями, обусловленными, например, деятельностью железовосстанавливающих бактерий, которые обнаружены *in situ* в пробах богатых железных руд. Следует отметить, что величина Eh подземных вод характеризуется отрицательными значениями, опускающимися до минус 99 мВ, при этом замеры Eh выполнены в полевых условиях.

В районе сопряжения штрека лежачего бока № 2 (ШЛБ-2) и откаточного орта № 7 на горизонте (–425) м в кровле выработки был отмечен рост еще одного вида сталактитов — зеленых полупрозрачных разностей (рис. 2).

Длина образований составляет 25–30 см, диаметр индивидов в большинстве случаев постоянен и не превышает 1–1,5 см. Скорость роста таких сталактитов в значительной мере определяется интенсивностью нисходящей фильтрации подземных вод нижнекаменноугольного горизонта: для образования натечных форм указанного размера потребовалось всего несколько месяцев. Сталактиты обладают однородной кристаллической структурой, сильным стекляннным блеском, раковистым изломом. Центральный канал отсутствует. Окраска изменяется от изумрудно-зеленой полупрозрачной в верхней части до буровато-коричневой просвечивающей или непрозрачной — в нижней, что связано с процессом постепенной дегидратации слагающего сталактиты мелантерита и окисления входящего в его состав закисного железа.

Мелантерит — минерал из класса сульфатов  $Fe[SO_4] \cdot 7H_2O$ . Его образование связано с вторичными процессами окисления сульфидов железа: пирита, марказита, пирротина и др. Он может также кристаллизоваться из насыщенных сульфатных вод в условиях недостатка кислорода — в богатых железных рудах Яковлевского рудника, как уже отмечалось ранее, прослежена анаэробная среда. Этот минерал редко встречается в природе и может образовывать хрупкие сталактитоподобные и почковидные агрегаты зеленого (или серого из-за примесей) цвета, обладающие стекляннным блеском. Наличие в структуре мелантерита кристаллизационной воды обуславливает его неустойчивость вследствие ее потери даже при комнатной температуре, что приводит к образованию новой минеральной формы, имеющей вид белой порошкообразной массы. В подземных выработках рудника с высокой влажностью воздуха дегидратация мелантерита протекает крайне медленно [1].

Мелантерит чаще всего генерируется в ассоциации с гипсом и другими сульфатами. На Яковлевском руднике сложенные им натечные формы приурочены к зонам высыпания на стенках и кровле выработок желтых мимозоподобных отложений серы и белых мелкокристаллических агрегатов гипса и мирабилита (рис. 3). Они характеризуются мозаичным распространением, локализуясь, главным образом, в местах повышенного увлажнения водами нижнекаменноугольного

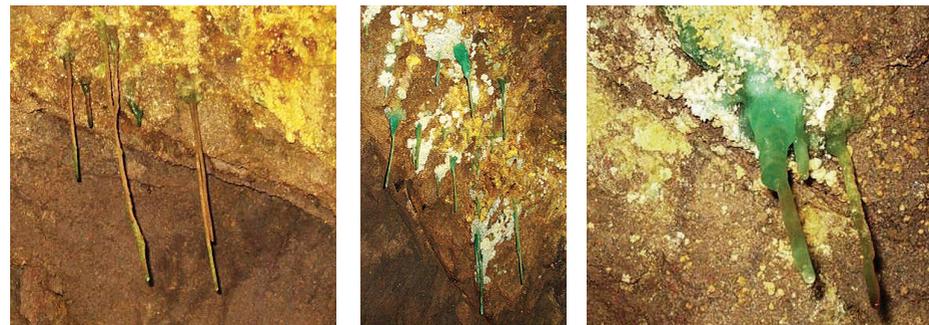


Рис. 2. Зеленые полупрозрачные сталактиты с кровли сопряжения ШЛБ-2 и откаточного орта № 7. Фото И. В. Алексеева

водоносного горизонта, в котором, как известно, протекают активные процессы сульфатредукции.

Биогенное образование сероводорода в каменноугольной толще происходит благодаря разложению серосодержащих белковых веществ, непосредственно из свободной серы, из сульфитов и тиосульфитов и благодаря восстановлению сульфатов в ходе жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий, выявленных в подземных водах в ходе микробиологических анализов. Восстановление сульфатов требует значительного количества энергии, которую бактерии получают, окисляя органические вещества, содержащиеся в прослоях бурых углей и битуминозных сланцев, которые прослеживаются в нижней части разреза нижнекаменноугольной толщи, вмещающей высоконапорный водоносный горизонт [4].

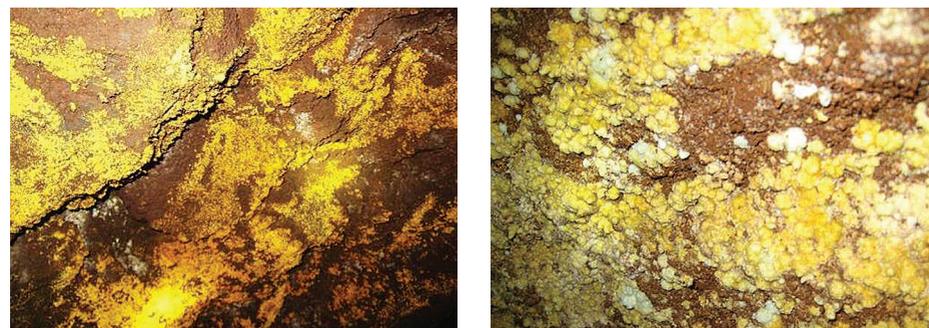


Рис. 3. Желтые мимозоподобные отложения серы и белые кристаллики гипса на стенке выработки ШЛБ-2. Фото И. В. Алексеева

Отложения серы в горных выработках Яковлевского рудника представлены землистыми агрегатами, напоминающими желтые шарики мимозы, а также мелкокристаллическими скоплениями со стекляннным блеском. В ассоциации

с ними наблюдаются белые игольчатые вкрапления, представленные гипсом и мирабилитом, о чем говорят результаты химического анализа водной вытяжки, приготовленной из описанной пробы (табл. 1), и горько-соленый вкус агрегатов.

Полученная водная вытяжка характеризуется сульфатно-натриевым составом и отличается крайне высокой минерализацией — величина сухого остатка составляет порядка 50 г/дм<sup>3</sup>. Первым, что обращает на себя внимание, оказывается низкий кислотнo-щелочной потенциал, величина которого достигает значения 2,5. Такой рН является следствием образования серной кислоты, выделяющейся в процессе окисления соединений серы (различных сульфидов, а также сероводорода, поступающего с водами нижнекаменноугольного водоносного горизонта) в результате деятельности тионовых бактерий, выявленных в ходе микробиологических исследований.

Содержание сульфатов в водной вытяжке превышает 27 г/дм<sup>3</sup>. Вторым по содержанию анионом оказался хлорид-ион (более 6 г/дм<sup>3</sup>), поступление которого связано с разгрузкой хлоридно-натриевых вод руднокристаллического водоносного горизонта. Повышенные значения натрия и калия имеют, вероятно, ту же природу.

Стоит отметить высокую жесткость полученной водной вытяжки (121°Ж). Речь идет о постоянной (некарбонатной) жесткости, вызванной присутствием сульфатных и хлоридных солей кальция и магния. Источником поступления указанных катионов

служит растворение карбонатного цемента прочных разностей железных руд, связанное с нисходящей фильтрацией маломинерализованных вод нижнекаменноугольного водоносного горизонта, подкисленных сероводородом.

Заметное содержание иона-аммония объясняется деятельностью аммонифицирующих бактерий, массовое развитие которых было установлено в ходе бактериологических исследований. Особое внимание следует обратить на факт обнаружения в пробе железобактерий, подтверждением активной жизнедеятельности которых является повышенное содержание в водной вытяжке закисного (187 мг/дм<sup>3</sup>) и общего железа (710 мг/дм<sup>3</sup>). Его источником поступления в условиях отсутствия металлических арочных крепей могут выступать железистые кварциты и сланцы.



Рис. 4. Белые кальцитовые сталактиты на закладочном материале

Важным свидетельством протекания аэробных микробиологических процессов служит высокое значение биологического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>), достигающее 95 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Кроме того, стоит отметить и факт обнаружения большого количества органики в пробе, зафиксированной по величине ХПК (391 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), и преобладание трудноокисляемых органических веществ, имеющих микробное происхождение, над легкоокисляемыми.

Величина рН водной вытяжки, приготовленной непосредственно из мелантеритовых сталактитов, также имеет очень низкое значение — 2,7. Вытяжка ожидаемо характеризуется сульфатно-железистым составом и обладает минерализацией около 35 г/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Причиной подкисления воды является серная кислота, образующаяся в процессе разрушения на воздухе минерала мелантерита, а также окисления соединений серы, отлагающихся при окислении биогенного сероводорода и сульфидов вторичных минералов в толще кварцитов.

Проведенные бактериологические исследования пробы мелантеритовых сталактитов подтвердили присутствие в ней тионовых бактерий, способных окислять сероводород, элементарную серу, тиосульфаты, гидросульфиды. Главная роль в этом процессе отводится *Thiobacillus ferrooxidans*, являющемуся строгим автотрофом, с оптимумом развития около рН = 2,5. Основной его особенностью является способность окислять закисное железо в кислой среде:  $4\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Данной реакцией может быть объяснено весьма высокое содержание окисного железа в водной вытяжке (почти 13000 мг/дм<sup>3</sup>) при относительно небольшом содержании закисного железа (248 мг/дм<sup>3</sup>). Факт обнаружения тионовых бактерий вызывает серьезное беспокойство, поскольку, являясь продуцентами сильных кислот, они представляют серьезную угрозу для сохранения прочности металлических арочных крепей.

Высокая жесткость полученной из сталактитов вытяжки (325°Ж) объясняется присутствием большого количества хлоридных и сульфатных солей кальция и магния. Содержание кальция достигает почти 1500 мг/дм<sup>3</sup>, что связано с растворением карбонатных соединений, присутствующих в рудном теле. Кроме того, нельзя не сказать, что в пробе зеленых сталактитов было зафиксировано самое высокое значение БПК<sub>5</sub> (1088 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) и ХПК (2599 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), что, вероятно, связано с накоплением хемотрофных бактерий и продуктов их жизнедеятельности.

Кроме описанных натечных форм в подземном пространстве рудника встречается еще один вид минеральных новообразований — белые сталактиты, свисающие с кровли и стенок выработок в местах наличия закладочного материала — легких песчаных бетонов (рис. 4). Их карбонатный состав указывает на активное протекание процессов разрушения строительного материала — вынос  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и его реакцию с  $\text{CO}_2$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатырев Б. А., Антоненко Л. А., Арапова О. В. и др. Современные водные сульфаты алюминия и железа в Южноуральских бокситовых рудниках // Кора выветривания. — М.: Наука, 1986. — Вып. 19. — С. 41-50.

2. Неорганическая химия. В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 3. Химия переходных элементов. — М.: Академия, 2007. — 400 с.

3. Потапов С. С., Паршина Н. В., Максимович Н. Г., Наумов В. А. Техногенные спелеотемы // Минералогия техногенеза. — 2005. — Миасс: ИМинУрО РАН, 2005. — С. 12-22.

4. Таусон В. О. О восстановлении сульфатов бактериями в присутствии углеводов // Микробиология. — М.: Наука, 1932. — Т. 1, вып. 3. — С. 229-261.

## ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР

### HISTORY OF CAVE INVESTIGATION

**С. М. Баранов**

*Челябинское региональное отделение РГО, Челябинский клуб спелеологов  
«ПЛУТОН»*

### ПЕРВОЕ КОМПЛЕКСНОЕ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИГНАТИЕВСКОЙ И ЛАКЛИНСКОЙ ПЕЩЕР НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

**S. M. Baranov**

*Chelyabinsk regional department of the Russian Geographical Society, Chelyabinsk  
club cavers «Pluton»*

### FIRST INTEGRATIONS RESEARCH SPELEOLOGICAL IGNATIEVSKAYA AND LAKLINSKAYA CAVES (SOUTH URAL)

#### Summary

Topographical materials cave main document to establish its actual size, shape, morphometric parameters, orientation in space, demonstrating the features of laying underground cavity in the rock mass and bonds with the surface. The highest value of the materials represent a comprehensive study of caves. This results from over 100 years ago are rare and invaluable, as they allow researchers to compare the state of the modern underground cavity for a considerable length of time of its development, changes in size and shape, climate, state of loose sediments, etc. The most interesting graphics caves and methods for their preparation. Unfortunately, schemes Urals caves, including the South caves, made up of the October Revolution is very small. The author considers the materials complex expedition in the caves of the Southern Urals in 1912 under the

direction of archaeologist and ethnographer S. Rudenko and tries to draw parallels and analysis in the study of caves in the course of the century, the study compares the methods and the used tool base, quality and informative value of the results.

Для понимания настоящей работы воспользуемся книгой Н. П. Архиповой и Е. В. Ястребова «Как были открыты Уральские горы» [1]. В ней автор неожиданно для себя обнаруживает интересный или, скорее всего, сенсационный факт для темы нашего исследования. Итак, читаем:

*«В ранней истории нашей страны важная роль принадлежала Великому Новгороду — крупному центру торговли и культуры. Город находился на севере русских земель, и это способствовало налаживанию связей с народами, обитавшими в северной части Восточной Европы. Редкое местное население, с которым новгородцы налаживали торговые и прочие отношения (там обитали финно-угорские народы), помогало ориентироваться в постепенном продвижении по еще неизвестным им рекам и волокам. Удобные водные пути привели их в бассейны Северной Двины, Печоры, в Югру и к горам Северного Урала.*

*Новгородцам, жителям равнинных и нередко заболоченных земель, обнаруженные горы показались настоящим чудом, ибо ничего подобного они никогда прежде не видели. Не случайно такое событие было зафиксировано в летописи «Повесть временных лет», составленной киевским монахом Нестором в начале XII в. Рассказ об этом важном географическом открытии, имевшем место в 1096 г., летописец Нестор записал со слов новгородца Гюраты Роговича, родственника одного из участников похода на Северный Урал: “Удивительное мы встретили новое чудо, о котором мы до сих пор не слыхивали... горы, заходящие в морскую луку, им же высота до небес”, и далее: “в горах тех высечено оконце маленькое, и оттуда говорят, но нельзя понять языка их, но показывают на железно и махают рукой, прося, железа; если кто даст им железно — нож или секиру, то они взамен дают звериные шкуры. Путь к тем горам непроходим из-за пропастей, снегов и лесов, так что не везде доходим до них; есть и подальше путь на север”».*

Приведенная цитата не оставляет для нас никакого сомнения в том, что новгородцы в 1096 г. вышли к западным склонам наиболее северной части Уральских гор. Сейчас, спустя 910 лет, нет возможности точно определить, какой именно участок Уральских гор ими тогда был открыт...

Однако, вне всякого сомнения, новгородские землепроходцы открыли для России замечательный и богатейший край. Со временем он станет «становым хребтом» для нашей огромной страны, ее «Опорным краем державы». А нас, спелеологов, здесь сразу же должно насторожить упоминание об «оконце маленьком» в горах. Вряд ли местные жители (финно-угры), так заинтересованные в железе пришельцев, имели соответствующие инструменты и знали способы для «высекания» в горах, в крепких скальных породах, искусственных «изб» — полостей; да и не испытывали они в том особую потребность. Нет, просто они использовали для каких-то своих целей одну из естественных полостей — пещер,

которых достаточно много находится по всему западному склону Уральских гор, сложенных в большей степени осадочными карстующимися породами.

Таким образом, мы с полным основанием и уверенностью делаем вывод о том, что это есть не что иное, как первое, документально зафиксированное упоминание о пещерах и их использовании на территории России и Урала. Урала, который впоследствии станет целой Уральской спелеологической страной с ее более чем тремя тысячами пещерами. Выразим благодарность безвестным нам новгородцам-землепроходцам, не прошедшим мимо такого интересного факта, а также летописцу Нестору, отразившему столь важное для нас открытие в своей «Повести временных лет».

Затем, в течение более чем полутысячи лет, никаких литературных сведений о карсте и пещерах Урала мы не имеем: ни упоминаний и кратких описаний, ни, тем более, каких-либо графических изображений и планов подземных полостей.

Лишь спустя 600 лет, в первой половине XVIII в., в географических работах С. Ремезова, Ф. Страленберга, В. Татищева, В. Генина, И. Гмелина приводятся рисунки, планы и описания Кунгурской Ледяной пещеры на Урале и ряда пещер Сибири. Ко второй половине XVIII в. активные работы по исследованию пещер Урала проводятся в академических экспедициях П. С. Палласа, И. И. Лепехина, И. П. Фалька. Этот большой информационный пласт истории отечественной спелеологии уже освещался ранее в работах многих исследователей (Г. А. Максимовича, К. А. Горбуновой и др.), но это не означает того, что начальный период истории спелеологии изучен до конца, что все существующие источники выявлены и осмыслены. Мы призываем современных карстоведов и энтузиастов-спелеологов продолжить активные поиски в этом направлении с целью выявления новых неизвестных источников и более детального исследования этой темы во всех регионах и областях Урала. Особенно важны и ценны будут находки самых первых планов уральских пещер.

Известно, что графические материалы топографической съемки пещеры — основной и важный документ для установления ее истинных размеров и формы, определения точных морфометрических показателей, ориентировки в пространстве, понимания особенностей заложения в массиве горных пород и связей с поверхностью любой карстовой или псевдокарстовой полости. Топосъемка — это самый первый, самый важный этап для последующего специализированного изучения пещеры геологами, гидрогеологами, зоологами, археологами и еще многими другими специалистами, законное основание при ее регистрации в различных списках, перечнях и кадастрах и свидетельство установления факта открытия. В отечественной спелеологии принято следующее правило: «Есть тоposъемка и описание — есть пещера, нет тоposъемки и описания — нет пещеры!».

Для получения какого-либо реального представления о форме и размерах пещеры обычно считается достаточным изобразить ее в виде проекций на три взаимно перпендикулярные плоскости. Под первой из них — **планом** — следует понимать проекцию подземной полости на горизонтальную плоскость. Под второй — **разрезом** — считают проекцию полости на вертикальную плоскость,

ориентированную вдоль ее длинной оси. Под третьей — **сечениями** — подразумевают многие проекции на вертикальные плоскости, ориентированные вдоль короткой оси полости в любой ее точке (специально или произвольно выбранной, но, как правило, в характерных местах для морфологии данной пещеры).

Вобиходной спелеологической практике все эти горизонтальные и вертикальные проекции именовались кратко: **план пещеры**, **вертикальный разрез** или **разрез-развёртка** (для длинных, сложных и извилистых пещер горизонтального и вертикального заложения) и сечения. Вполне естественно, что при дальнейших графических построениях на бумаге или каком-либо другом носителе (в т. ч. и на электронном) все эти три проекции изображаются в заранее выбранном масштабе и с обязательным указанием направления север — юг. Таким образом, построив три проекции, можно получить практически полное представление не только о пространственной форме, но и об ориентировке пещеры по сторонам света.

При изучении пещер в разные времена (XVII–XIX вв.) использовались различные методы и способы исследования и описания пещер, например, описание пещеры и элементов ее внутреннего строения по ходу движения исследователя. Полнота такого рода описаний очень сильно зависела от подготовки, экипировки, освещения, внимательности и профессионализма исследователей. Такой метод в современной спелеологии носит название морфографический. И только в редких случаях они дополнялись некими примитивными графическими материалами. Именно первые подобные морфографические сведения о пещерах на территории Челябинской области в ее современных границах мы черпаем из трудов ученых второй половины XVIII в.: Рычкова, Палласа, Фалька и Георги.



Рис. 1. Сергей Иванович Руденко

Анализируя тексты трудов академических экспедиций XVIII в. мы узнаем, что исследователи довольно точно указывают в своих описаниях размеры и длины проходов, коридоров, гротов в принятой тогда системе мер: вершок, аршин, сажень. Следовательно, у них уже тогда имелись с собой какие-то измерители длины (веревки, просто размеченные по длине бечевки, или, возможно, даже рулетка). При этом исследователями довольно часто при описаниях указывается (например, П. С. Паллас) грубое азимутальное направление ходов («коридор склоняется к северо-востоку...», «западное продолжение...»). Значит они применяли под землей магнитные компасы. Собственно, это и есть те два основных инструмента (мерная бечевка, обычный компас без угломера), которые позволили бы им произвести тоposъемку пещеры, а затем и вычертить ее план на бумаге. Но, к нашему глубокому сожалению, никаких,

даже примитивных, даже глазомерных планов, эскизов, набросков, абрисов уже осмотренных и изученных ими пещер в их объемных трудах мы так и не находим.

Также нет графических изображений и в многочисленных описаниях различной направленности и тематики о пещерах Челябинской области в литературных источниках XIX в. Лишь только в самом начале XX в., а конкретно летом 1912 г., в пещерах Лаклинская (нынешняя территория Башкортостана) и Игнatieвская (нынешняя территория Челябинской области), расположенных на Южном Урале, группой исследователей под руководством этнографа и археолога С. И. Руденко (рис. 1) производится первая топографическая съемка. Затем, в феврале 1913 г., им же было закончено написание подробного отчета об изучении этих пещер, а в 1914 г. выходит в свет «Отдельный оттиск Трудов общества Землеведения...» (рис. 2). В нем и были помещены первые довольно точные топографические планы двух крупных южноуральских пещер — Лаклинской и Игнatieвской

Обратимся к первоисточнику и процитируем его отдельные фрагменты [4]. При этом мы оставляем здесь без изменений стиль и орфографию автора этого отчета:

«Южный Урал в значительной своей части слагается из известняков различных геологических эпох, в которых нередко встречаются пещеры. Первые описания этих южно-уральских пещер мы находим в записках путешественников второй половины XVIII столетия. Описания эти, в большинстве случаев, пространны и довольно подробны. В продолжении последних 130–140 лет описания таких же, или вновь открытых, пещер, время от времени, появляются в местных “Губернских ведомостях”, “Памятных Книжках”, “Списках населенных мест” (соответствующих губерний) и только две-три заметки в специальных изданиях были посвящены южно-уральским пещерам. Несмотря на то, что наиболее крупные пещеры пользуются довольно широкой известностью, часто посещались и посещаются не только туристами и любителями, но и специалистами, до сих пор они не только не исследованы, но мы не имеем даже ни одного плана

этих пещер (исключая Лаклинской, который мы рассмотрим ниже).

Экскурсируя летом прошлого года по Южному Уралу, я решил, насколько позволяло время и средства, изучить в физико-географическом отношении две из наиболее значительных пещер С.-З. склона Златоустовского Урала: Лаклинскую и Игнatieву. Самые необходимые для этой цели приборы, благодаря любезности проф. П. И. Броунова, я получил из кабинета Географии и Антропологии Спб. Университета. В моем распоряжении имелись: буссоль Шмалькальдера [рис. 3 — прим. авт.], десятиметровая рулетка, большой с отвесом транспортир для нивелирования (рис. 4), два больших anerоида (рис. 5) с двумя термометрами с працами (рис. 6) и психрометр Ассмана (рис. 7). Для определения высоты свода пещеры я пользовался резиновыми шариками, об употреблении которых скажу ниже.

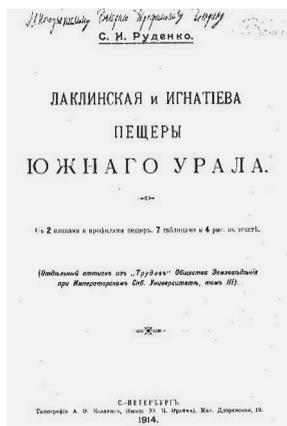


Рис. 2. Отдельный оттиск трудов общества Землеведения

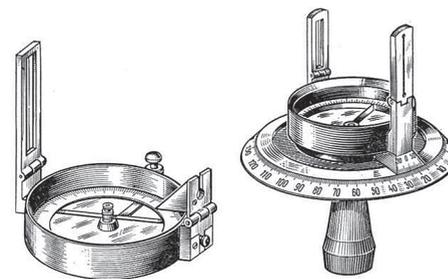


Рис. 3. Буссоль Шмалькальдера

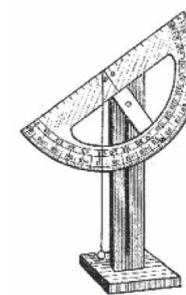


Рис. 4. Транспортир для нивелирования

Одной из основных моих задач была точная съемка планов этих пещер, что оказалось делом далеко не легким и выполнить эту задачу я мог только благодаря энергии и любви к делу моих спутников по экскурсии. План Лаклинской пещеры я снимал со своим братом А. И. Руденко и бр. П. Е. и Л. Е. Чикаленками, а Игнatieву — с братом и Б. Г. Крыжановски...»



Рис. 5. Барометр-анероид



Рис. 6. Термометр-праца



Рис. 7. Психрометр Ассмана

Заметим здесь, что перечисленный набор приборов и инструментов группы С. И. Руденко позволял ей провести не только подробную топографическую съемку пещеры, но и наблюдения за микроклиматом подземной полости. До этого ни один из исследователей наших южноуральских пещер в XVII–XIX вв. инструментальными наблюдениями за микроклиматом подземных полостей не занимался, а все они ограничивались в описаниях только лишь одними своими субъективными ощущениями: «тепло», «холодно», «прохладно», «сухо», «сыро», «сквозняк».

Не оставим без внимания и наличие в отчете С. И. Руденко 11 черно-белых фотографий входов в эти пещеры и их внутренних интерьеров, что придает работе

исследователей особую научную значимость. Фотосъемка под землей происходила с помощью ленточного магния.

Определенный интерес для нас представляет очень оригинальный и использованный исследователями способ измерения высоты потолков галерей и гротов внутри пещер. Вновь предоставим слово автору исследования пещер:

*«...Измерения высоты зал и вообще сводов потолка пещеры я проводил при помощи надутых водородом резиновых шариков. В известной мне спелеологической литературе только у Martel'я я встретил указание на подобный способ измерения высоты потолка. Высоты свыше 8-10 метров он измерял при помощи маленького бумажного монгольфьера, наполненного горячими парами спирта. Однако, подобным способом измерять высоту крайне неудобно, во-первых, потому что наполнять монгольфьер горячим воздухом приходится в пещере же, во-вторых, его придется надуть почти для каждого измерения высоты и, наконец, в сталактитовой пещере, где страшно сыро, сверху безпрестанно капает и потолок обыкновенно очень влажный, намокший шар делается очень тяжелым, и папиросная бумага легко прорывается. Между тем употребление таких разноцветных шариков, которые продаются на улицах, как детская игрушки, я считал очень практичным, что блестяще и оправдалось в деле.*

*Шарики надуваются, когда это нужно, и не требуют никаких приспособлений; надо только запастись 200 к. с. крепкой серной кислоты и цинковыми стружками. Цинк насыпается в обыкновенную бутылку (лучше с горлышком малаго диаметра), заливается кислотой и шарик надевается на горлышко. Через час он достаточно надут, туго перевязывается бечевкой над горлышком и снимается. Лучшие брать шарики большого диаметра см. 30-35 в надутом состоянии. Подобным шариком можно пользоваться в продолжении двух дней, причем он может поднять несколько десятков метров ниток. К шарiku привязывается белая нитка, на которой на расстоянии метра один от другого привязывались маленькие кусочки ваты. Отпуская шарик и разматывая нитку, пока она не достигнет потолка, сосчитывалось количество кусочков ваты (следовательно, высота в метрах). Для контроля кусочки ваты сосчитывались и при сматывании нитки. Этот прием определения высоты чрезвычайно удобен и в том отношении, что при помощи шарика очень легко определить и направление (а до некоторой степени и силу) движения воздуха в верхних слоях внутри пещеры...».*

Первой пещерой для изучения группой С. И. Руденко стала Лаклинская, расположенная в долине реки Ай. Вначале автором приводится довольно пространная историческая справка, связанная с этой пещерой и ее предыдущими исследователями:

*«...Насколько мне известно, Лаклинская пещера впервые была описана ак. Палласом, посетившим ее 27 мая 1770 года. В своих "Путешествиях..." Паллас дает нам сведения о размерах этой пещеры и делает довольно подробное ее описание. После него, в продолжении более ста лет, в различных работах и заметках, касающихся Уфимской губ. и Южного Урала, неоднократно цитируется описание этой пещеры, сделанное Палласом, не прибавляя никаких*

*новых о ней сведений. Только в 90-х годах прошлого столетия [XIX — прим. авт.] (19-го, примечание автора этой статьи) ак. Ф. Н. Чернышев установил возраст и определил характер известняков, слагающих Лаклинскую гору, в которой заключается пещера. Наконец, в июне 1898 г. эта пещера была посещена тремя учителями из гор. Златоуста; они произвели в ней некоторые наблюдения и сняли план ее. Один из участников этой экскурсии Н. Быков написал статью "Лаклинская пещера", к которой приложен план пещеры, ее вертикальная проекция и общий план окружающей местности. Однако, ввиду того, что экскурсанты пробыли в пещере всего 2 ч. 12 м., они, естественно, не могли снять план даже с приблизительной точностью, а ограничились только некоторыми промерами зал и определением общего направления пещеры. Кроме того, правую от входа часть пещеры они не видели, о первой ее половине (южной) получили совершенно ложное представление. Вообще, как увидим ниже, их чертеж Лаклинской пещеры мало соответствует действительному ее плану. Не совсем совпадают также мои наблюдения температуры и высот пещеры с наблюдениями этой экскурсии».*

Далее в отчете дается точное местоположение подземной полости, геологическая и гидрологическая характеристики окружающей местности, возраст вмещающих ее известняков и подробный состав палеофауны, положение входа пещеры в рельефе и т.д. Очень подробно описана сама полость, ее морфологические особенности, вторичные образования и рыхлые отложения. Была проведена барометрическая нивелировка полости, измерения температуры и влажности воздуха. Визуально определено количество и видовой состав рукокрылых (летучих мышей). В конце описания С. И. Руденко уверенно высказывает свое мнение о происхождении пещеры от растворяющей и размывающей деятельности протекающей рядом небольшой речки Лаклы и о последующих обрушениях сводов. На полное комплексное исследование этой пещеры группа С. И. Руденко потратила 5 дней.

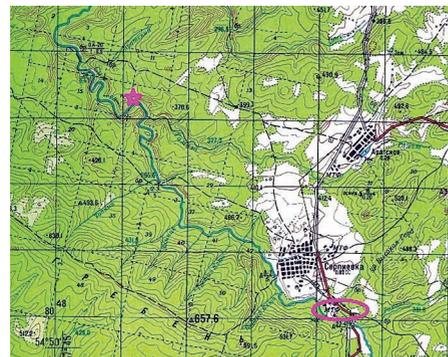


Рис. 8. Расположение Игнatieвской пещеры

Далее группа перемещается в долину горной реки Сим на территорию Уфимской губернии (нынешнего Катав-Ивановского района Челябинской области) в расположение Игнatieвской пещеры. Она расположена в 7 км к северо-западу от деревни Серпиевка на правом берегу реки Сим в скальном обнажении, именуемом в старых источниках как Ямазе-Таш (рис. 8). В настоящее время эта пещера является природно-историческим и геолого-геоморфологическим памятником областного (с 1969 г.) и историко-археологическим памятником (с 1983 г.) федерального значения. Представляет собой горизонтальную карстовую

полость коридорно-гrotового типа с разветвленной системой ходов и элементами лабиринта (рис. 9). Заложена в массиве темно-серых доломитизированных известняков верхнего силура-нижнего девона. Вход в пещеру открывается в западной оконечности дугообразного скального обнажения берега реки до 70–75 м высотой (рис. 11, 12). Сам вход ориентирован на юго-восток, имеет вид трапеции-арки с размерами 12 на 12 м и приподнят над урезом воды в реке на 11 м. Доминирующее развитие ходов и гrotов пещеры — северо-западное. Общая длина ходов пещеры составляет 620 м, средняя ширина ходов — 3 м, средняя высота ходов — 2,3 м, площадь пола — 1860 м<sup>2</sup>, объем полости достигает 3000 м<sup>3</sup>. В литературных источниках известна с 1762 г. (П. И. Рычков), затем изучалась и посещалась академиком П. С. Палласом (1770 г.), академиком Ф. Н. Чернышевым (1890-е гг.), археологами С. И. Руденко (1912 г.), С. Н. Бибиковым (конец 30-х годов XX в.), М. А. и О. Н. Бадер, группой археологов под руководством В. Т. Петрина (1980 г., открытие палеолитической живописи) [2].

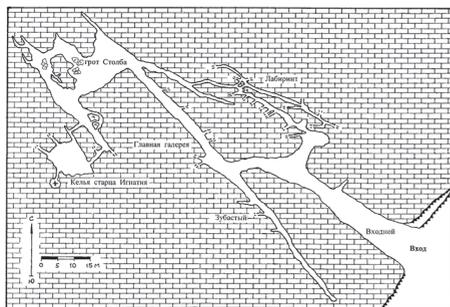


Рис. 9. План пещеры Игнatieвской

Одним из основных достижений при изучении пещеры Игнatieвской стало составление ее плана. Естественно, что, имея сегодня на руках два топоплана одной и той же пещеры Игнatieвской, которые разделяет целый век, мы не можем не сравнить их. Анализируя первый топоплан 1912 г. (рис. 10), отмечаем, что он практически ничем не отличается от современных топопланов, сделанных разными группами спелеологов, начиная с конца 50-х — начала 60-х гг.

XX в. Для предметного сравнения возьмем один из подробных планов, сделанный челябинскими спелеологами в 1980 г. (рис. 9). Мы видим, что соблюдается общее направление развития главных ходов и гrotов пещеры, совпадает обрисовка контура стен полости и ее боковых ходов. Можно говорить о почти полной идентичности этих планов лишь за некоторыми исключениями. Остановимся на них подробнее.

Например, у С. И. Руденко на плане не была «замкнута» кольцовка в узкой системе ходов «Лабиринт». Им не был пройден и отснят протягивающийся с северо-запада на юго-восток ход (длиной до 30–35 м с боковыми ответвлениями), параллельный основному ходу «Лабиринта». Всего же в этой части пещеры группой С. И. Руденко было «потеряно» до 50–55 м общей длины ходов пещеры. Кроме того, на плане 1912 г. не показан реальный и ныне существующий второй нижний сквозной проход-лаз в так называемую «Келью старца Игнатия». Зато у С. И. Руденко есть сквозной проход в карстовом останце в гrotе «Столба», который полностью отсутствует на современном плане у спелеологов. Все эти незначительные упущения, погрешности и «недочеты» в съемке 1912 г. и некоторые

другие разночтения двух планов пещеры можно отнести на счет отсутствия у группы С. И. Руденко соответствующего спелеологического опыта, должной экипировки и удобного для этих целей освещения.

Попробуйте сегодня пройти узкие пещерные ходы «на выдохе» без каски и фонаря, а лишь со свечой или керосиновым фонарем «Летучая мышь» в руках.

Во то же время нас приятно удивила точность считывания азимутальных направлений ходов. У С. И. Руденко при съемке учитывались даже десятки доли градусов. То же самое было и с измерением длины ходов и гrotов — с рулетки снимались показания до сотой доли метра (то есть до сантиметров!). Современные спелеологи ведут свою полунструментальную съемку горным компасом с допустимой точностью определения азимута до одного градуса, а измерение длины с точностью до 0,1 м и высоты ходов — с еще большей погрешностью. Несколько обескураживает отсутствие на плане С. И. Руденко линейного масштаба, что не дает нам сегодня возможности уменьшать или увеличивать имеющееся изображение и соотносить его в едином масштабе с существующими современными планами этой пещеры. К сожалению, в нашем распоряжении отсутствуют также и поперечные сечения главных галерей и гrotов пещеры. Но это не умаляет уникальности и ценности первого плана пещеры Игнatieвской 1912 г.



Рис. 11. Вход в пещеру Игнatieвскую

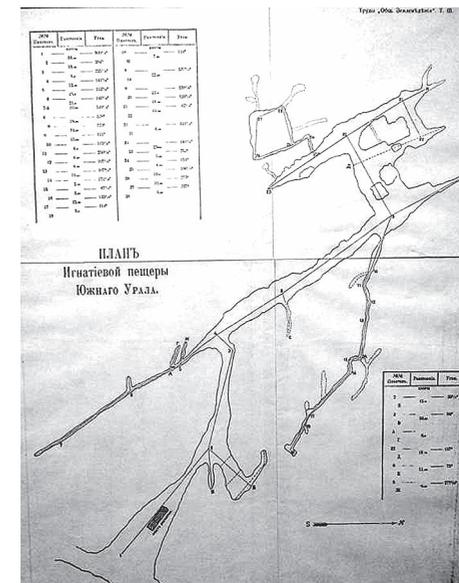


Рис. 10. Топоплан пещеры Игнatieвская 1912 г.



Рис. 12. Выход из пещеры Игнatieвской

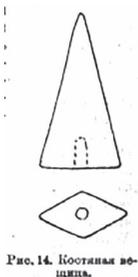


Рис. 13. Костяная вещица со втулкой из раскопа Игнatieвской пещеры

Рис. 14. Наконечник копья из раскопа Игнatieвской пещеры

Кроме выполнения точной топоъемки имеющимися в его распоряжении приборами, группой С. И. Руденко было уделено значительное внимание изучению других элементов Игнatieвской пещеры. И здесь мы можем с полным правом говорить, что в 1912 г. С. И. Руденко провел *первое комплексное исследование* этой пещеры: приборное изучение микроклимата подземной полости (температуры, влажности и давления), гидрологические наблюдения за режимом течения р. Сим вблизи пещеры (фиксация ее ухода под землю и выхода поглощенных вод на поверхность), геологическое изучение горных пород на поверхности и внутри пещеры (определение элементов залегания пластов), изучение флоры и фауны в подземной полости (находка и попытка определения проросшего бесцветного растения, фиксация колонии летучих мышей), археологические исследования (подъемный сбор и фиксация многочисленного остеологического материала, определение видового состава ископаемых костей, в т. ч. и человеческих).

Помимо этого, С. И. Руденко, прежде всего как профессиональный археолог, заложил во входном гроте большой раскоп (длиной 7,1, шириной 1,5 и глубиной от 0,5 до 0,7 м). Раскоп вскрыл культурные слои, и из них был извлечен полный скелет медведя, большое количество осколков керамики, оригинальная костяная вещица с втулкой и железные наконечники стрелы и копья (рис. 13, 14). Тут же им было высказано мнение о том, что:

*«...во всяком случае, следы пребывания в этой пещере человека являются, пожалуй, самым интересным моментом в ее изучении. Наши пробные раскопки показывают, что при дальнейшем изучении пещеры, в этом направлении, можно рассчитывать на довольно интересный материал, который, наверное, даст более данных для суждения о культуре обитателей пещеры. Только дальнейшие раскопки выяснят с большей определенностью связь или различие нижнего культурного слоя с поверхностным, а, быть может, будут найдены такие предметы, которые дадут возможность параллелизировать культуру этой пещеры с другими более изученными культурами доисторического обитателя южного Урала. Вместе с тем, при раскопках более полно и детально выяснится характер наносов, покрывающих дно грота. Можно думать, что мощность этих наносов в глубине грота довольно значительна; наша раскопка на глубине 70 см.*

*еще не обнаружила коренной породы и насколько глубоко она здесь залегает, сказать пока трудно. Само происхождение наноса, вынос его из пещеры, и наша находка в нем, на глубине 30 см, полного скелета медведя позволяет надеяться, при дальнейших раскопках, обнаружить более богатый палеонтологический и зоологический материал, который даст возможность судить и о других, помимо человека, обитателях пещеры.*

*Пожеланием, чтобы была произведена, возможно, более тщательная раскопка Игнatieвской пещеры, мы и заканчиваем наш очерк, задача которого заключалась только в ознакомлении с материалами, добытыми нами, попутно, между другими работами».*

Спустя 50 лет, а затем и через 70 лет, это осторожное предположение С. И. Руденко блестяще подтвердилось. В начале 1960-х годов во входном гроте пещеры Игнatieвской археолог О. Н. Бадер в своем новом раскопе, который затронул и часть раскопа С. И. Руденко, обнаруживает предметы и кости из палеолитической эпохи. В марте 1980 г. в пещере Игнatieвской уже группой археолога В. Т. Петрина было совершено сенсационное открытие — в дальней части пещеры выявлено множество рисунков древних охотников из палеолитической эпохи (рис. 15) [5].

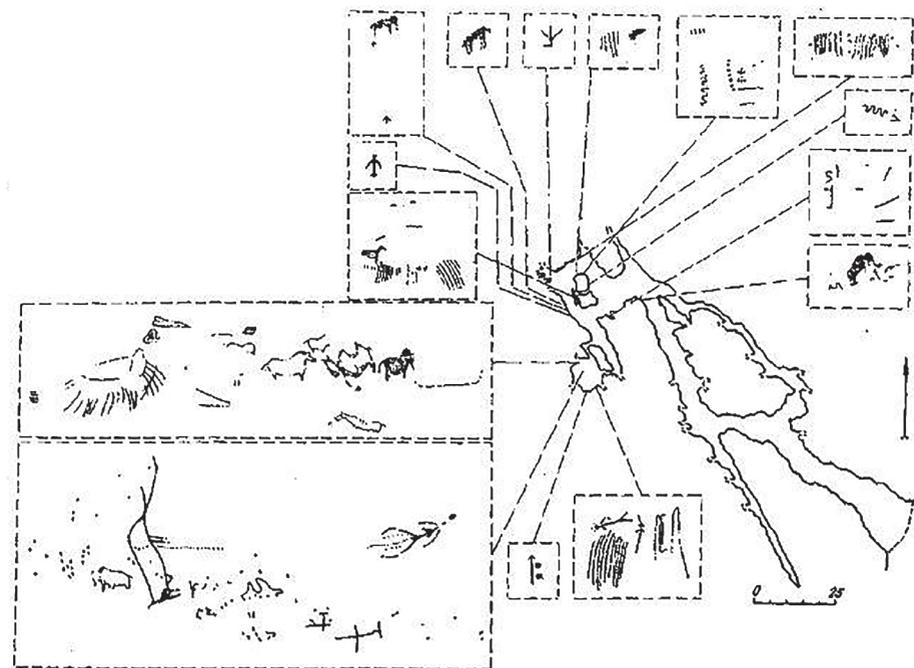


Рис. 15. Месторасположение палеолитических рисунков в Игнatieвской пещере

Прошел целый век со дня первого комплексного изучения Игнatieвской пещеры группой С. И. Руденко, и отечественная спелеология за последние годы вышла

на совершенно новый качественный уровень исследования подземного мира. Разительным образом изменилась за это время приборная и инструментальная база спелеологов, их экипировка при прохождении и изучении пещер. Например, для измерения высоты сводов галерей и гротов в пещере уже не требуется, как у С. И. Руденко, сложных и опасных («крепкая серная кислота!») манипуляций с воздушными шариками, наполненными взрывоопасным водородом или парусиновой рулетки для измерения длины и ширины хода. Эти задачи теперь легко, быстро и очень изящно решаются с помощью портативного лазерного дальномера. Есть сегодня в арсенале у спелеологов и высокоточные лазерные дистанционные термометры, позволяющие измерять бесконтактно, за несколько метров, температуру стен, потолка и даже температуру тела летучих мышей.



Рис. 16.  
Доработанная  
модель  
лазерного  
дальномера

А в последние годы «уральские умельцы», взяв за основу базовую модель лазерного дальномера Leica DISTO X310, меняют в нем электронную плату и дополнительно устанавливают датчик магнитного поля Земли (рис. 16). Таким образом, этот стандартный прибор приобретает совершенно новые функции и способность с большой точностью измерять не только длину хода, но и азимут, и угол наклона хода.

При этом в памяти доработанного таким образом прибора могут сохраняться данные до 1000 пикетажных точек. При необходимости эта новая модель может передавать информацию по Bluetooth на носимый рядом ноутбук или планшет, которые, в свою очередь, в режиме реального времени тут же строят нитку уже отснятых азимутальных направлений ходов пещеры.

Кроме того, наряду с традиционным двухмерным графическим изображением снятых подземных полостей и их вычерчиванием затем на бумаге, спелеологи, используя и применяя сложные специальные компьютерные программы, стали строить трехмерные изображения пещер. Этот современный формат позволяет сегодняшним исследователям увидеть пещеру под самыми разными углами, вращать объемную модель подземной полости в пространстве. Особенно интересно выглядят на мониторе компьютера в 3D-формате сложные объемные горизонтальные и наклонные лабиринтовые и многоэтажные пещеры с большим количеством разветвлений и соединений ходов, а также глубокие вертикальные шахты-пропасти и пещерные системы. Это кажется фантастикой, но уже сегодня спелеологами реально применяется 3D-сканирование пещер, позволяющее им сделать объемную топосъемку подземной полости с высоким разрешением (более 3000 точек замеров на один квадратный дюйм поверхности), а затем на 3D-принтере напечатать (создать) в заданном масштабе реальную объемную модель пещеры.

При этом, вооруженные самыми современными и новейшими достижениями науки и техники мы должны всегда знать и помнить, что самый первый топографический план одной из самых известнейших пещер Челябинской области

и России был составлен усилиями наших предшественников ровно 104 года назад. И поэтому, отдавая дань уважения и высоко оценивая заслуги Сергея Ивановича Руденко в деле изучения карста и пещер Южного Урала, спелеологи Челябинска в 2007 г. присвоили одной из вновь открытых подземных полостей имя автора первого топоплана расположенной недалеко Игнatieвской пещеры [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипова Н. П., Ястребов Е. В. Как были открыты Уральские горы. Издание 2-е. — Челябинск, 1988; Изд. 3-е. — Свердловск, 1990.
2. Баранов С. М. Игнatieвская пещера // Челябинская область: энциклопедия / гл. ред. К. Н. Бочкарев. — Челябинск: Каменный пояс, 2008. — Т. 2, Д-И. — 672 с.: ил.
3. Баранов С. М. Что в имени твоём — пещера? // Пещеры Челябинской области / С. М. Баранов, Л. Д. Волков. — Челябинск: АБРИС, 2012. — 160 с. — (Познай свой край. Уроки краеведения).
4. Руденко С. И. Лаклинская и Игнatieва пещеры Южного Урала (с двумя планами и профилями пещер, 7 таблицами и 4 рис. в тексте) // Отдельный оттиск из «Трудов Общества Землеведения при Императорском Спб. Ун-те». Спб.: Типография А. Э. Коллинс, 1914. — Т. III.
5. Широков В. Н. Игнatieвская пещера, археологический памятник // Челябинская область: энциклопедия / гл. ред. К. Н. Бочкарев. — Челябинск: Каменный пояс, 2008. — Т. 2, Д-И. — 672 с.: ил.

**Ю. Н. Шутова, Е. В. Губина, Д. М. Кокшарова**

*Естественнонаучный институт Пермского государственного национального  
исследовательского университета*

## ДИССЕРТАЦИИ ПО КАРСТУ И СПЕЛЕОЛОГИИ В ФОНДАХ БИБЛИОТЕКИ ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**J. N. Shutova, E. V. Gubina, D. M. Koksharova**  
*Institute of Natural Sciences of Perm State University*

## DISSERTATIONS ON KARST AND SPELEOLOGY IN PERM STATE UNIVERSITY LIBRARY

### Summary

The information about dissertations on karst and speleology (both Ph.D. and doctoral ones) which were held in Perm State University, is presented and the list of them is given.

Становление отечественного карстоведения и Пермской научной школы карстоведов и спелеологов неразрывно связано с именем Г. А. Максимовича [12, 13]. Благодаря его усилиям в Пермском государственном университете работали советы, в которых защищались диссертации по карсту.

В научной библиотеке Пермского государственного национального исследовательского университета (<http://library.psu.ru/>) хранятся 8 докторских (табл. 1) и 37 кандидатских (табл. 2) диссертаций, посвященных карсту, пещерам и спелеологии или близко связанные с этими вопросами. Согласно Положению о совете по защите диссертаций, работа должна быть передана в библиотеку организации, на базе которой был создан диссертационный совет.

Интересна география изучаемых районов распространения карста. Самая ранняя работа, хранящаяся в библиотеке ПГНИУ, выполнена М. А. Зубашенко в 1946 г. Диссертация посвящена районированию карста Восточно-Европейской равнины [3]. В 1956 г. К. А. Горбуновой [11,14] была защищена кандидатская диссертация по карсту Пермской (тогда Молотовской) области [2]. В 1960 г. М. И. Гевирц [1] в Нижне-Тагильском государственном педагогическом институте выполнена диссертация по карсту Восточного склона Среднего Урала. В разные годы защищались работы, посвященные изучению карста Европейской части СССР и Северного Кавказа (В. А. Балков), Западного Кавказа (Т. З. Кикнадзе), юга Средней Сибири (Ж. Л. Цыкина), юго-восточной части республики Коми (Г. П. Лысенин), Алтая (К. П. Черняева), Приморского края (Л. В. Дёмин), Западного Узбекистана (А. Алимов), Украины (В. Н. Дублянский) и др.

Научным руководителем значительной части рассматриваемых работ является Г. А. Максимович. Под его руководством были подготовлены и защищены крупные региональные работы по карсту Пермского края, республики Башкортостан, восточного склона Среднего Урала, юга Средней Сибири и др. Сведения о диссертациях по карсту публиковались в сборниках «Пещеры» [6-10], а в настоящее время сведения о них приводятся в разделе библиография [4, 5, 15-18].

Диссертации содержат большое количество уникального фактического материала, значительная часть которого, в силу разных причин, не была опубликована. Эти материалы представляют собой исключительную ценность и во многих случаях не потеряли своей актуальности в настоящее время.

Таблица 1

Докторские диссертации, связанные с карстом и спелеологией

№	Автор	Год	Тема	Научные специальности	Город, организация, где выполнена работа
1	В. А. Балков	1966	Влияние карста на сток рек в разных физико-географических условиях (на примере Европейской части СССР и Северного Кавказа)	географические	Пермь, Перм. гос. ун-г им. А. М. Горького
2	И. А. Печеркин	1968	Геодинамика побережий Камских водохранилищ	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-г им. А. М. Горького
3	В. Н. Дублянский	1970	Генезис и гидрогеологическое значение крупных карстовых полостей Украины	геолого-минералогические	Симферополь, Министерство геологии Украинской ССР, Ин-г минеральных ресурсов
4	В. Н. Быков	1975	Строение и эволюция карстовых образований в карбонатных нефлегазоносных толщах	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. НИ и проектный ин-г нефтяной промышленности ПермНИПИнефть
5	А. М. Кропачев	1975	Исследование динамики процессов литогенеза по малым химическим элементам-индикаторам	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-г им. А. М. Горького
6	В. Н. Катаев	1999	Теория и методология структурно-тектонического анализа в карстоведении	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-г

№	Автор	Год	Тема	Научные специальности	Город, организация, где выполнена работа
7	Г. В. Бельтюков	2000	Карстовые и гипергенные процессы в эвапоритах	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т
8	О. Б. Наумова	2002	Четвертичный аллювий перигляциальной зоны Прикамья	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т

Таблица 2

Кандидатские диссертации, связанные с карстом и спелеологией

№	Автор	Год	Тема работы	Научные специальности	Город, организация, где выполнена работа	Научный руководитель
1	М. А. Зубащенко	1946	Опыт районирования карста Восточно-Европейской равнины	географические	Воронеж, Воронежский гос. пед. ин-т	не указан
2	К. А. Горбунова	1956	Карст некоторых районов Мологовской области	геолого-минералогические	Мологов, Молог. гос. ун-т им. А. М. Горького	не указан
3	М. И. Гевирц	1960	Карст восточного склона Среднего Урала	геолого-минералогические	Нижний Тагил, Нижне-Тагильский гос. пед. ин-т	не указан
4	М. А. Абдужабаров	1964	Карст Зеравшанских гор	географические	Самарканд, Самаркандский гос. ун-т им. Алишера Навои	к.г.-м.н. доц. Я. А. Левен
5	К. П. Черняева	1966	Карст Северо-Западного Алтая	географические	Томск, Томский гос. пед. ин-т	не указан

6	К. Г. Бутырина	1968	Гипсовый карст центральной части Пермской области	географические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	не указан
7	П. И. Яковенко	1969	Сульфатный карст Среднего Предуралья и оценка устойчивости железнодорожных сооружений	геолого-минералогические	Свердловск, Гос. проектно-изыскательский ин-т «Уралгипрогранс»	д.г.-м.н. Н. Д. Буданов
8	И. С. Шахов	1969	Максимальный сток паводков рек Среднего Урала и Приуралья и методика его расчета	географические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.н. проф. А. С. Шкляев
9	Т. З. Кикнадзе	1971	Гидрогеологические условия развития карста массива Арабика	геолого-минералогические	Тбилиси, Академия наук Грузинской ССР, Совет по спелеологии	не указан
10	Е. А. Крогова	1971	Геологическая деятельность поверхностных и подземных вод Пермской области	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович
11	Г. Н. Панарина	1973	Пещеры сульфатного и карбонатного карста Пермской области	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович
12	Р. В. Яценко	1973	Генезис котловин и химическая география карстовых озер равнинной части Пермской области	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович

№	Автор	Год	Тема работы	Научные специальности	Город, организация, где выполнена работа	Научный руководитель
13	Ж. Л. Цыкина	1974	Карст Юга Средней Сибири	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович
14	И. М. Тюрина	1974	Карстовые коллекторы горючих полезных ископаемых	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович
15	Л. Ю. Данилова	1975	Распространение и строение карстовых коллекторов нефтегазоносных карбонатных толщ Пермской области	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. НИ и проектный ин-т нефтяной промышленности ПермНИПИнефт	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович
16	В. И. Мартин	1975	Гидрогеология и типы карста Башкирии	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович
17	Г. В. Бельтюков	1975	Подземные воды и карст Верхнекамского соленосного бассейна	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович
18	А. Алимов	1976	Карбонатный карст Западного Узбекистана (на примере Центрально-Кызылкумского и Нурагинского районов)	геолого-минералогические	Ташкент, Ин-т гидрогеологии и инженерной геологии НПО «Узбекгидрогеология» МГ УзССР, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. Г. А. Максимович, к.г.-м.н. М. М. Маматкулов

19	Г. Б. Болотов	1981	Геодинамика рельефа карстующихся массивов	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. И. А. Печёркин
20	Н. А. Блоцкий	1982	Геологическое прогнозирование техногенного карстообразования в зонах разработки черных месторождений Предкарпатья (на примере Язовского месторождения)	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. И. А. Печёркин
21	Б. А. Вахрушев	1982	Карст горных массивов района Большой сочи (опыт геолого-карстологических исследований горных районов, вовлекаемых в хозяйственное освоение)	геолого-минералогические	Симферополь, Симферопольский гос. ун-т им. М. В. Фрунзе	д.г.-м.н., проф. В. Н. Дублянский
22	Г. П. Лысенин	1983	Геология карста Юго-восточной части Коми АССР	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. И. А. Печёркин
23	В. Н. Андрейчук	1984	Закономерности развития карста на юго-востоке зоны сочленения Русской платформы с Предкарпатским краевым прогибом	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н., проф. И. А. Печёркин

№	Автор	Год	Тема работы	Научные специальности	Город, организация, где выполнена работа	Научный руководитель
24	В. Н. Катаев	1984	Роль тектонических структур в распределении форм подземного карста	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	к.г.-м.н. доц. А. И. Печеркин
25	Л. В. Дёмин	1987	Геология карста Приморского края и его прикладное значение	геолого-минералогические	Владивосток, Дальневосточный геологический ин-т ДВНЦ АН СССР, Приморский филиал Географического общества СССР	д.г.-м.н. проф. Е. В. Краснов
26	Ю. В. Дублянский	1987	Геологические условия формирования и моделирование гидротермокарста	геолого-минералогические	Новосибирск, Ин-т геологии и геофизики СО АН СССР	д.г.-м.н. Ю. А. Долгов
27	А. В. Маклашин	1987	Геологические условия растворения сульфатных горных пород	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	к.г.-м.н. доц. А. И. Печеркин
28	В. П. Костарев	1990	Карст Урала и Приуралья : научный доклад по совокупности опубликованных работ на соиск. учен. степ. канд. геол.-минер. наук	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н. проф. Г. А. Максимович

29	К. П. Казымов	1992	Условия образования и вещественный состав кайнозойских отложений эрозивно-карстовых депрессий западного склона Среднего и Северного Урала в связи с их алмазностью	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького	д.г.-м.н. проф. Б. М. Осовецкий
30	А. И. Смирнов	1998	Проявления экзогенных геологических процессов на южном Урале и в Предуралье (интенсивность распространения и активность развития)	геолого-минералогические	Уфа, Ин-т геологии Уфимского научного Центра РАН	д.г.-м.н., проф. Р. Ф. Абдрахманов, д.г.-м.н., проф. В. Н. Быков
31	Е. В. Шаврина	2002	Карст Юго-Востока Беломорско-Кулойского плато, его охрана и рациональное использование	геолого-минералогические	Архангельск, Ин-т экологических проблем Севера УрО РАН	д.г.-м.н. Ю. Г. Шварцман
32	Ю. А. Килин	2003	Оценка гидрогеологических условий при освоении закарстованных территорий на примере северной части Уфимского плато	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т	д.г.-м.н. проф. А. Я. Гасв

№	Автор	Год	Тема работы	Научные специальности	Город, организация, где выполнена работа	Научный руководитель
33	И. И. Минькевич	2003	Гидрогеологические особенности районов развития сульфатных карстующихся пород Пермского Прикамья	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т	д.г.-м.н. проф. А. Я. Гаев
34	И. Ю. Герасимова	2004	Изучение верхней части геологического разреза в районах развития карста сейсморазведкой преломленных волн (на примере территорий Пермского Прикамья)	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т	д.г.-м.н., проф. Б. А. Спасский
35	Н. В. Лаврова	2004	Закономерности распространения и формирования карстовых брекчий (на примере Пермского Прикамья)	геолого-минералогические	Пермь, Горный ин-т УрО РАН	д.г.-м.н. проф. В. Н. Дублянский.
36	О. И. Кадебская	2004	Геологическое состояние Кунгурской ледяной пещеры и прилегающей территории, ее охрана и рациональное использование	географические	Пермь, Горный ин-т УрО РАН	д.г.-м.н. проф. В. Н. Дублянский
37	В. В. Фетисов	2005	Гидрогеологические особенности карстующихся пород Среднего Урала и Пермского Приуралья	геолого-минералогические	Пермь, Перм. гос. ун-т	д.г.-м.н. проф. А. Я. Гаев

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гевирц М. И. Карст восточного склона Среднего Урала : дис. на соиск. учен. степ. канд. геол.-минер. наук. — Нижний Тагил, 1960. — 379 с.
- Горбунова К. А. Карст некоторых районов Молотовской области: дис. на соиск. учен. степ. канд. геол.-минер. наук. — Молотов, 1956. — 357 с.
- Зубашенко М. А. Опыт районирования карста Восточно-Европейской равнины: дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук. — Воронеж, 1946. — 370 с.
- Иванова Т. А., Кадебская О. И., Максимович Н. Г. Библиография по карсту и пещерам 2007-2009 // Пещеры: сб. науч. тр. — Пермь, 2009. — Вып. 32. — С. 199-226.
- Иванова Т. А., Трубина И. К., Максимович Н. Г. Библиография по карсту и пещерам 2009 // Пещеры: сб. науч. тр. — Пермь, 2010. — Вып. 33. — С. 168-182.
- Максимович Г. А. Диссертации по спелеологии и карстоведению // Пещеры. — Пермь, 1970. — Вып. 8-9. — С. 187-188.
- Максимович Г. А. Диссертации по спелеологии и карстоведению в 1971 г. // Пещеры. — Пермь, 1971. — Вып. 10-11. — С. 208-209.
- Максимович Г. А. Диссертации по спелеологии и карстоведению в 1972 г. // Пещеры. — Пермь, 1974. — Вып. 14-15. — С. 253-254.
- Максимович Г. А. Диссертации по спелеологии и карстоведению в 1972 г. (дополнение) // Пещеры. — Пермь, 1976. — Вып. 16. — С. 146-148.
- Максимович Г. А. Диссертации по спелеологии и карстоведению, защищенные в 1975 г. // Пещеры. Межвузовский сборник научных трудов. Пермский ун-т., 1978. — Вып. 17. — С. 127.
- Максимович Е. Г., Максимович Н. Г. Геолог-карстовед К. А. Горбунова. — Пермь: Изд-во Курсив, 2002. — 240 с.
- Максимович Е. Г., Максимович Н. Г., Катаев В. Н. Георгий Алексеевич Максимович. — Пермь: Изд-во Курсив, 2004. — 512 с.
- Максимович Н. Г., Мещерякова О. Ю. Георгий Алексеевич Максимович — к 110-летию выдающегося ученого // Вестник Пермского университета. Геология. — 2014. — Вып. 3 (24). — С. 92-99.
- Максимович Н. Г., Мещерякова О. Ю. Работы Клары Андреевны Горбуновой по карсту и экологии (к 90-летию со дня рождения) // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы Международного симпозиума / под ред. В. Н. Катаева, Д. Р. Золотарева, С. В. Щербакова, А. В. Шиловой. — Пермь, — 2015. — С. 323-326.
- Трубина И. К., Максимович Н. Г. Библиография по карсту и пещерам 2009-2010 // Пещеры: сб. науч. тр. — Пермь, 2011. — Вып. 34. — С. 157-170.
- Трубина И. К., Максимович Н. Г. Библиография по карсту и пещерам 2012 // Пещеры: сб. науч. тр. — Пермь, 2012. — Вып. 35. — С. 154-167.
- Трубина И. К., Филиппов А. Г., Максимович Н. Г. Библиография по карсту и пещерам 2012 // Пещеры: сб. науч. тр. — Пермь, 2013. — Вып. 36. — С. 154-174.
- Трубина И. К., Филиппов А. Г., Максимович Н. Г. Библиография по карсту и пещерам 2013 // Пещеры: сб. науч. тр. — Пермь, 2014. — Вып. 37. — С. 263-287.

В. И. Свитнев

г. Соликамск

## ЧТО ЕСТЬ ПЕЩЕРА?<sup>1</sup>

V.I. Svitnev

Solikamsk sity

## WHAT IS THE CAVE?

### Summary

Showed a verbal approach to the caves

Пещера — объект внимания спелеологов и не только их. Посещение пещер, созерцание формы, размера и содержимого помогает представить их образ. Взгляд современного историка на содержимое пещер и их размер расширяет представление о них.

Пещеру географ определяет через понятие «**полость**»: «полость в верхней толще земной коры, открывающаяся на земную поверхность» [7]. Родовое понятие «подземная полость» широкое, оно охватывает и горные выработки. Синоним подземной полости — подземная пустота. Исследователи различают пещеры естественные и искусственные. Определение пещеры географами шире, чем у геологов, — «природная подземная полость» [5]. Содержимое подземных пустот, их форма, размер — объект внимания разных специалистов. Вскрытие подземных полостей с хлопком, выбросом газа и рассола при бурении скважин на Верхнекамском месторождении калийных солей не заинтересует спелеолога. Горняка с позиции безопасного ведения горных работ беспокоит выброс метана и водорода, что чревато взрывом, и содержание сернистого газа и сероводорода.

Пещеры есть часть подземных полостей, пустот. Природные подземные пустоты земной коры — достоверное явление, развязывающее фантазию. Аристотель отвергал мысль о глобальных природных подземных пустотах [5]. Zöppritz (1862) предполагал пустоту в ядре Земли. За ним позднее следовал и П. Н. Чирвинский (1930).

Вербальный подход к понятию о пещере предполагает знакомство с историей: «пещеры <...> не могли не заинтересовать наших предков и не оказать влияния на их мировоззрение, что отразилось в мифах и легендах» [6].

Содержание мыслей философов Греции с 585 г. до н.э. по 168 г. н.э. является наиболее интересным. Среди многих идей обособлены первыми: «1. В Земле

есть трещины, пустоты и подземные каналы. <...> 3. В пустотах Земли могут находиться вода, воздух и огонь» [5].

В 585–331 годах до н. э. бытовали мифы о подземных пустотах огромных размеров, о карстовых пещерах и подземных реках. При этом содержимым пустот называли воду, воздух, огонь [6]. Г. П. Хомизури цитирует Аристотеля, показывая, что у Анаксагора огонь есть эфир, и пишет далее: «эфир-огонь» [6]. Эфир есть термин, требующий разъяснения. Если Анаксагор подразумевал водород, взрыв, горение этого газа, то термин «эфир-огонь» становится понятным. В [6] нет слов «газ», «водород». Историк далее пишет о значении огня у Платона: «огонь есть магма». Автор мог сказать, что в полости есть магма, но он не пользовался и этим понятием: он демонстративно смотрит на явления природы глазами антика. Но пещеру можно определить через понятие «форма геологических тел», правда, геологи обычно так не мыслят природные пустоты, заполненные газом, водой и даже нефтью.

В 330–8 гг. до н.э. высказана гипотеза о подземных каналах между морями [6, с. 85]. Аристотель отрицал допуск огромного размера подземных полостей [6]. Он употреблял термин «пневма», требующий разъяснения. «На Священном острове <...> вздулась часть земли и, с шумом поднявшись, образовала бугор вроде холма; наконец [холм] расселся, оттуда вырвалась обильная пневма и вынесла снопы искр и пепел, который засыпал соседний город на Липарских островах (Метеорологика, ВП 366 а32 — 367 а8)» (Цит. по [6]).

«Витрувий, прямо не писавший о наличии в Земле пустот и каналов, неоднократно подчеркивал, что Земля содержит в себе палящий жар» (Десять книг об архитектуре, VIII, II, 3; см. также II, VI, 1-3, 6). По его мнению, под поверхностью Земли не могло бы быть «горячих земель и горячих ключей <...>, если бы в глубине, под ними, не имелось мощных огней, пылающих серой, квасцами и горной смолой» (II, VI, 1)» [6]. Огонь есть горение в подземной природной полости — так можно определить третье значение огня.

7 г. до н.э. –168 г. н.э. Пневма — «смесь воздуха и огня» [6]. Речь идет о горючих газах при извержении вулкана, об их взрыве и горении?

Подземные пустоты содержат нефть: «В недрах Земли находится сера и минеральная смола, и именно эта смесь, возгораясь, питает пожар горы Этны (История Филиппа, IV, I, 3-5)» [5]. Высказана мысль о подземных реках, текущих через полости бывших рудников [5]. Высказано сомнение в гипотезе о подземных каналах между морями [5].

169–950 года. Гипотеза о подземных каналах между морями жива [6]. Суждение о реках под землей. Содержимое пустот: вода, воздух, асфальт [6].

Вторая половина X в. Суждение об уходящей под землю реке. Гипотеза о подземных протоках между морями жива [6]. В XII в.: смола (нефть) есть в подземных полостях [6].

Таким образом, содержимое природных подземных полостей, известное из истории геологии, богаче, чем воздушная и водная составляющая в пещерах.

После 1268 года историю изучения пещер на территории СССР можно проследить по источникам [6, 7].

<sup>1</sup> Редколлегия сочла интересным опубликовать своеобразный взгляд на пещеры

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

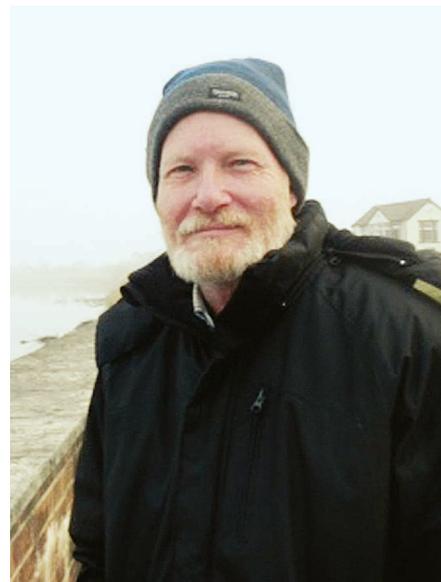
1. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии (русско-англо-немецко-французский) / Под ред. проф. А. И. Спиридонова; проф. И. С. Щукин. М.: Сов. Энцикл., 1980. — 704 с.
2. Мараушвили Л. И. Палеогеографический словарь. — М.: Мысль, 1985. — 367 с.
3. Муравски Г. Толковый словарь немецких геологических терминов с нем. Е. Ф. Бурштейна; под ред. чл.-корр. АН СССР Е. Е. Милановского. М.: Мир, 1980. — 373 с.
4. Авакян А. А. О круговороте серы в верхнекамском месторождении // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. Пермь, 2015. — С. 398-405.
5. Хомизури Г. П. Геотектоническая мысль в античности / отв. ред. Ю. Я. Соловьев. М.: Наука, 2002. — 213 с. (Очерки по истории геологических знаний: —Вып. 31).
6. Максимович Г. А. О первом указании на карстовые пещеры на территории СССР // Пещеры, 1963. — Вып. 3.
7. Горбунова К. А. Пермский университет. Из истории отечественной спелеологии (XVIII век) // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах. Сб. науч. тр. Пермь, 1988.

## ПОТЕРИ СПЕЛЕОЛОГИИ

### LOSSES OF SPELEOLOGY

#### ЧАРЛИ СЕЛФ (Charlie Self)

(05.11.1951 — 04.02.2016)



4 февраля ушел из жизни Чарли Селф — английский спелеолог, учёный, альпинист.

Чарли был неординарной личностью, единственным в своем роде. Противоречивый и свободолюбивый, Чарли не то чтобы был вне социальной системы — он из нее время от времени выпадал. Закончив Бристольский университет и получив необычный в те годы двойной диплом по химии и геологии он начал работать на химической фабрике, но горы позвали, и Чарли бросил работу, уехал с друзьями на полгода в Гималаи. Возможно, он знал, что после такого поступка ему будет трудно найти работу, но это его не остановило. Группа сделала несколько первовосхождений на

четырёхтысячники, из них Чарли покорил 2 вершины.

Со временем Чарли все более стала привлекать спелеология. Как член спелеоклуба Бристольского университета (UBSS), он занимался исследованиями пещер County Clare в Ирландии, являющихся своеобразной спелеологической вотчиной клуба уже более 60 лет. Чарли написал книгу «Пещеры County Clare», она была издана и распространялась клубом.

Конечно, Чарли ездил в пещеры не только в Ирландии, но и в Испании, Словении, Турции, и, конечно, исследовал пещеры родной Англии. Из спортивной спелеологии вырастал интерес к науке спелеологии, желание понять то, почему, как и когда в пещерах образуются минералы.

В 1989 г. на симпозиуме Интернационального Союза Спелеологов (UIS) в Будапеште Чарли встретился с Владимиром Мальцевым, который предложил принять участие в экспедиции его группы в Кап-Кутан. Чарли, разумеется, согласился. Он не думало о том, что поездка в особую зону на границе с Афганистаном, в страну, где «железный занавес» только-только начал приподниматься, могла бы быть опасной. Все прошло прекрасно. Чарли провел 15 дней в подземном лагере,

в незнакомых для него условиях, обзавелся новыми друзьями, влюбился в одну из красивейших пещер мира, сравнимую с Лечигией. А главное, Чарли познакомился с онтогенной минералогией: разработки В. А. Степанова и других русских ученых продолжал тогда Владимир Мальцев. Мальцев и Чарли несколько лет тесно сотрудничали. Чарли пытался познакомить западных спелеологов с российскими разработками по этой теме. В результате были опубликованы статьи «Пещерная система Кап-Кутан» в соавторстве с Мальцевым в журнале UBSS в 1992 г., «Как растут спелеотемы: введение в онтогению пещерных минералов» и в 2003 г. в «Journal of cave and karst studies» в соавторстве с Карол Хилл, профессором университета Нью-Мексико, США.

Чарли занимался онтогенной и изучал любимые пещеры в массиве Cotswolds. Он опубликовал более 50 статей, выступал с докладами на обе темы на симпозиумах UIS, был избран руководителем подкомиссии минералогии UIS, а также подкомиссии псевдокарста.

Чарли знали и уважали во многих международных спелеологических научных сообществах. Когда он получал письма, они часто были адресованы «Доктору Чарли Селфу», его коллеги из-за рубежа, как правило, не знали, что он никогда не работал ни в одном научном учреждении и научного звания не имел. Все, что он написал, никогда не было оплачено. На жизнь Чарли зарабатывал и дворником, и шофером-дальнобойщиком. Все делалось для того, чтобы была возможность ездить по пещерам и писать о них.

Он очень любил город Бристоль, в котором жил, и никогда не хотел перебраться в другое место, но, если не выбирался из города хотя бы раз в 2 недели, чувствовал себя несчастным. Он очень любил показывать, рассказывать, водить по пещерам, объяснять научные сложности, отсюда его резюме статей, издаваемых в «Cave & Karst Science» для простых спелеологов. Первоначально статьи Чарли из «Cave & Karst Science» с разъяснениями предполагалось печатать в журнале «Speleology», менее научном и более популярном. Но BCRA не справлялась с выпуском двух журналов. Выпуски «Speleology» запаздывали, некоторое время казалось, что Чарли пишет в стол редактору. В конце 2015 г. журнал был закрыт. Поэтому, когда была достигнута договоренность с Сергеем Евдокимовым, что «Cave & Karst Science explained» будет печататься в журнале «АСУ», Чарли был очень доволен. Он неоднократно говорил своим коллегам из BCRA: «Вы не печатаете, хотя инициатива была ваша, а русские — интересуются и печатают». Всего в журнале «АСУ» были напечатаны два выпуска резюме Чарли (№ 20, стр. 28; № 23, стр. 12). На английском языке их можно найти на Cave & Karst Science web site по ссылке Layman summaries.

16-го февраля на похороны собралось около 80 человек. Семья, друзья и соседи проводили в последний путь любимого и уважаемого человека.

*Г. Сэлф*

## ПАМЯТИ ВЕДУЩЕГО КАРСТОВЕДА БАШКИРИИ



Виталий Иванович Мартин родился 15 ноября 1932 в г. Кудымкаре Пермской области.

В 1955 г. окончил геолого-географический факультет Пермского государственного университета. Специализировался на кафедре динамической геологии и гидрогеологии, которую возглавлял Георгий Алексеевич Максимович, получил специальность геолога-гидрогеолога и был направлен в Уфу, в Южно-Уральское геологическое управление (ЮУГУ).

С 1956 г. Виталий Иванович в должности начальника гидрогеологического отряда ЮУГУ выполняет гидрогеологическую съемку Оренбургской области в М 1:500000.

В 1960–1972 гг. возглавлял Уфимскую, а затем (1962) Башкирскую гидрогеологическую станцию, изучая режим подземных вод, карстовые процессы и явления на территории Башкирии, осуществил поиски и разведку подземных вод для г. Уфы. Под его руководством составлена карта по степени закарстованности территории РБ в М 1:500000 и карстово-спелеологического районирования Башкирии на основе дешифрирования аэрофотоснимков. Она использована при составлении карты закарстованности территории СССР в М 1:2500000. В XV томе Гидрогеологии СССР по Башкирии Виталий Иванович явился единоличным автором глав; IV (Карст) и VII (Режим подземных вод) и соавтором глав VIII (Гидрогеологические условия месторождений твердых полезных ископаемых), XV (Инженерно-геологические условия) и инженерно-геологической карты Башкирской АССР в масштабе 1:1000000.

С 1962 по 1965 г.г. В.И. осуществляет поиски и разведку подземных вод для водоснабжения золоторудного прииска в районе Баян-Хонгора (Монголия) (главный гидрогеолог геологического управления в г. Улан-Баторе), а затем аймачного центра Гоби-Алтай (Есенбулак), где с оценкой «отлично» были разведаны воды питьевого качества.

Начиная с 1967 г. под руководством Виталия Ивановича проводится детальное полевое обследование 20–30 пещер ежегодно. Результатом работ является систематизация материалов обследования по единой программе и оценка пригодности пещер для народного хозяйства. Обследовано более 350 пещер, из них 136 открыты: Ыласын, Хазинская, Новомурадымовская, Голубиная, Старомурадымовская,

Курманаевские, Сабакаевские, Урмантау, Идрисовская, Воскресенская, Вак-Карагай-Карши, Медвежья, Утя-Тишек-1-2, Альян-Тау-1-3 и многие другие.

С 1972 г. Виталий Иванович работает в Западно-Уральском тресте инженерно-строительных изысканий (ЗапУралТИСИЗ) главным специалистом по гидрогеологии и карсту, а с 1998 г. директором Центра прикладных проблем карста ЗапУралТИСИЗ.

В 1975 г. стал кандидатом наук, защитив диссертацию на тему «Гидрогеология и типы карста Башкирии» под руководством профессора Г. А. Максимовича. Виталий Иванович опубликовал более 100 работ (статей, тезисов, докладов, сборников, монографий), посвященных проблемам инженерно-геологических изысканий в карстовых районах. Впервые в СССР создаются региональные нормативные документы: ВСН 2-86, РСН 1-91, ТСН 302-50-95.РБ, посвященные инженерно-геологическим изысканиям на закарстованных территориях Башкирии. Основным их разработчиком является Виталий Иванович. Инженеры-геологи региона на многие годы получили документы исключительные по практической значимости. Он работает на сложных объектах: инженерно-геологическое обеспечение г. Уфы для разработки генплана в М 1:10000 (этой работе предшествовало составление карты М 1:25000 опасных геологических процессов), метро в г. Уфе, Юмагузинское водохранилище.

С 1983 по 1986 г.г. Виталий Иванович работает на Кубе главным геологом инженерно-строительной корпорации ENIA Micons (г. Гавана), являясь консультантом кубинских изыскателей на объектах: металлургический комбинат Антельяно-де-Асер, нефтеперерабатывающий завод в Сантьяго-де-Куба, медно-никелиевые комбинаты в Пунта Горда и Ласкамариодае (г. Моа), метро в Гаване. Он осуществляет методическое руководство изысканиями на площадках нефтебазы для супертанкеров на побережье в г. Матансае. Награжден грамотой посольства СССР на Кубе. Виталий Иванович пишет: «Здесь я столкнулся с тропическим карбонатным карстом в молодых рифогенных известняках. Оказалось, что скорость развития карбонатного карста в тропиках (доказано на специальной моделирующей установке) соизмерима со скоростью развития сульфатного карста в наших умеренных широтах».

Несколько десятилетий Виталий Иванович являлся директором Башкирского общественного НИИ карстования и спелеологии. Был налажен контакт со спелеологами-любителями, издана «Памятка спелеологам-любителям и туристам» по методике комплекса спелеологических исследований.

Результаты совместных спелеологических исследований впечатляют. В Башкортостане открыто более 1167 пещер, а до 1961 г. было всего 100. Только в зоне Юмагузинского водохранилища (1999-2001), при его методической поддержке, открыто 240 пещер.

Виталий Иванович являлся лидером в исследовании закарстованных территорий Башкортостана.

Виталий Иванович участвовал в региональных, российских и международных конференциях. Он один из основных авторов монографии «Карст Башкортостана» и сб. «Гидрогеология г. Уфы». «Все мои разработки по проблемам гидрогеологии

и инженерной геологии карста вошли в изданную недавно монографию «Карст Башкортостана». Виталий Иванович является заслуженным строителем Башкортостана (1993). Награжден медалями.

28 апреля 2016 г. Виталия Ивановича не стало. Глубоко скорбим вместе с карстововедами и спелеологами России.

#### **Наиболее значимые труды В.И. Мартина в хронологическом порядке:**

Мартин В.И., Усольцев Л.Н. Пещеры Хазинская и Ыласын на Южном Урале // Пещеры. Вып. 8 (9). Пермь, 1970. С. 41-52.

Гидрогеология СССР. Том XV. Башкирская АССР Недр, 1972.

Мартин В.И. Связь карстовых пещер Башкирии с элементами разрывной тектоники // Гидрогеология и карстование. Вып. 8. Пермь, 1977. С. 46-49.

Мартин В.И., Лерман Б.И. Особенности распространения современного и древнего карста на территории Башкирии и его районирование // Карст Южного Урала и Предуралья. Уфа, 1978. С. 59-67.

Мартин В.И. Основные условия образования льда в пещерах, заброшенных горных выработках и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981. С. 43-44.

Мартин В.И. Пещеры — уникальные природные лаборатории // Карст Дальнего Востока: научное и практическое значение карстологических исследований. Владивосток, 1981. С. 57-58.

Мартин В.И., Кудряшов И.К., Усольцев А.Н., Соколов Ю.В. Памятка спелеологам-любителям и туристам. — Уфа: БФ ГО СССР, БашНИИКС., 1988. 39 с.

Мартин В.И., Мулюков Э.И., Смирнов А.И. Проблемы строительства в условиях активного развития карстово-суффозионных процессов, 1990.

Абдрахманов Р.Ф., Мартин В. И. Гидрогеоэкология г. Уфы / УНЦ РАН. Уфа, 1993. 44 с.

Мартин В.И., Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Пещеры Башкирии // Пещеры. Итоги исследований. Пермь, 1993. С. 30-59.

Мартин В.И., Рафикова З.Н., Алкина Л.Г., Насырова Г.З. Заказ № 18716 (инв. № ИГ-2416). «Инженерно-геологическое обеспечение г. Уфы для разработки генплана в М 1:10000». Том II. Отчет об инженерно-геологических условиях территории III этапа работ — г.Уфа: Главархитектура г.Уфы, 1997.

Книсс В.А., Соколов Ю.В., Мартин В.И. Спелеология пещер, попадающих под затопление Юмагузинским водохранилищем. — Уфа: УНЦ РАН, 2000. 200 с.

Мартин В.И., Соколов Ю.В., Гурьева Т.Ф., Юсупова Ф.Д. Чаша Юмагузинского водохранилища. Отчет о результатах работ по определению объема карстовых полостей и оценки их роли в водохозяйственном балансе аккумуляции стока и его сброски в зоне подтопления водохранилища. — Уфа: ЗАО «ЗапУралТИСИЗ», 2002. 4 т. 400 с.

Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г. и др. Карст Башкортостана // РА «Информреклама», 2002. 383 с.

*Р.Ф. Абдрахманов, В.Г. Камалов, А.И. Смирнов, Ю.В. Соколов и др.*



Гайдин А. М., Рудько Г. И. Техногенный карст / Киев Черновцы: Букрек, 2016. — 200 с. ISBN 978-966-399-771-1

В 2016 г. вышла в свет новая монография, посвященная антропогенному и техногенному видам карста, развитым в сульфатных и соляных породах. Авторами предлагается различать эти два вида карста, отмечая большую интенсивность и катастрофический характер первого.

В первых двух главах дается описание физико-химических свойств сульфатов и солей, которые определяют параметры карстовых процессов в них, приводится краткая характеристика геологических и гидрогеологических условий исследуемого района и делаются выводы о причинах

техногенной интенсификации карста.

В третьей главе описаны некоторые процессы в горных выработках, приводящие к деформациям земной поверхности. Показано, какие изменения условий движения подземных вод под влиянием горной деятельности приводят к развитию карстовых явлений катастрофического масштаба и как развиваются эти процессы.

В четвертой главе дается описание карстовых провалов, их физического механизма, методы прогнозирования, а также вкратце приведена методика карстологических исследований. Для прогнозирования вероятности карстовых провалов предложен метод геологического сходства и критерий, выведенный из условия равновесия между сдвигающими и удерживающими силами. Вероятный прогноз развития техногенного карста позволяет обосновать меры по предотвращению катастрофических последствий.

В последней главе приведены примеры предотвращения катастрофического развития карстовых процессов. Авторами выделяется способ заполнения карстовых полостей гидросмесью как один из наиболее эффективных.

Издание рекомендуется геологам, географам, спелеологам, карстоведам, а также широкому кругу читателей.

*Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова*

### ЖУРНАЛ «THE PROCEEDINGS» СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО КЛУБА БРИСТОЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Клуб спелеологов Бристольского университета был официально открыт 19 марта 1919 г, чтобы интенсифицировать и систематизировать раскопки в пещере Авелайн Хоул, Баррингтон Кум, Сомерсет, начатые в 1914 г. Работа была начата Бристольской Ассоциацией Спелеологов-Исследователей. Учитывая очевидную важность раскопок, которые начали приносить значительное количество археологических находок, владелец земли Дж. А. (позднее сэръ Джордж) Уиллс решил, что в будущем работа должна быть продолжена только клубом, организованным под покровительством университета, с которым у его семьи всегда были крепкие связи.

С самого начала у Клуба были выраженные академические цели. Его первоначальная цель была сформулирована как «открытие пещер и исследование того, что они содержат». С этой же целью выпускался официальный журнал «*The Proceedings*». Первый выпуск в 1920 г. содержал отчеты о работе в Авелайн Хоул и полости Ридс, также в районе Баррингтон и заметки по лекциям, проведенным в Клубе во время первого года его существования.

Первоначально Клуб исследовал места, интересные доисторической археологией, начиная с Верхнего Палеолита в Авелайн Хоул до железного века и далее к находкам Римским и Британским в полостях Ридс и Рауберроу. Тематика статей и отчетов, опубликованных в ранние годы, была направлена на отображение этих работ. Позднее начали появляться статьи, описывавшие пещеры с географической и геоморфологической точек зрения. Первым был отчет о пещерах Бристоля, написанный Е. К. Тратманом и опубликованный в томе 1 часть 3 в 1922 г. Далее последовал отчет о «некоторых пещерах Дербишира» Тратмана и Лео Палмера в следующем году.

Тратман и Палмер — два выдающихся имени в истории Клуба и журнала. Палмер был организатором работ с 1914 г., был активным инициатором создания клуба в 1919 г. и его первым секретарем. В марте 1921 г. он стал вице-президентом клуба и оставался им до своей смерти в 1962 г. Как сказал Тратман в некрологе на смерть друга: «Палмер настаивал, что члены университетского клуба должны принимать активное участие в научной работе, связанной с пещерами и тем, что в них находится, и что исследования Клуба должны публиковаться в его журнале «*The Proceedings*». Тратман вступил в Клуб вскоре после его образования и принимал участие во всех его работах с момента вступления до своей смерти в августе 1978 г. Исключая только период с 1942 по 1945 годов, когда он находился

в японском концлагере Чанги в Сингапуре. Он был президентом Клуба с 1948 г. до своей отставки в 1972 г., а также редактором «*The Proceedings*» с 1960 г. до своей смерти.

Большая часть работ, проведённых и опубликованных членами Клуба и теми, кто с ними сотрудничал, включала в себя раскопки захоронений. Первая работа на эту тему Редж. Рида была опубликована в 1923 г., а наиболее современная Джоди Льюиса — в 2009 г.

Со временем тематика проводимых работ Клуба и, соответственно, публикуемых статей изменяется и расширяется. Доля работ по пещерной археологии уменьшалась, хотя в последние годы и было опубликовано значительное количество статей по пещерным рисункам в пещерах Южного Уэйлса и Мендипа до обсуждений раннесовременных маркеров ритуальной защиты и граффити из пещер и свинцовых рудников Мендипа.

Некоторые пещеры Мендипа были описаны в конце 1930–40-х годов, но после первой поездки Клуба в область Клайр в Ирландии, количество таких отчетов существенно возросло. В статьях описывались исследования по геоморфологии пещер (в основном в Ирландии, Южном Уэйлсе и в области Мендип), результаты топосъемки, обсуждения методов топосъемки.

До 1950 г. «*The Proceedings*» не имел главного редактора. Выпуск журнала был практически обязанностью секретаря Клуба, но в 1950 г. На должность редактора были официально приняты Мартин Хинтон и Дина Добсон-Хинтон, вице-президенты Клуба. Это положение продлилось 10 лет до смерти Мартина Хинтона, когда официальная должность редактора снова исчезла. С 1960 г. до 1978 г. журнал редактировал Тратман совместно с редакторской комиссией. Индекс цитирования был близок к нулю. После смерти Тратмана официальные обязанности редактора взял на себя Оливер Ллойд, в то время он являлся казначеем Клуба. Ллойд работал с формальной редакторской комиссией, которая собиралась ежегодно. В неё были включены специалисты из разных областей науки: археологи, геоморфологи и карстоведы.

После смерти Ллойда в 1985 г. работу редактора предложили Тревору Шоу, известному историку исследования пещер, но после разногласий по вопросам политики клуба он ушёл в отставку в 1990 г. Далее на этом посту работал Пит Смет, а с 1992 г. эта работа осуществляется мною. С тех пор я работаю с небольшим количеством советчиков.

Современные принципы подбора статей для журнала с 1990 г. — публиковать материалы о пещерах и исследований в пещерах в Сомерсете, Южном Уэйлсе и Ирландии. Статьи принимаются также от авторов, не являющимися членами Клуба, но работающих совместно с ними. Именно поэтому мы принимали статьи В. Мальцева и В. Степанова по минералогии пещер, поскольку Мальцев сотрудничал с Чарли Селфом. Мы также публиковали экспедиционные работы со всего мира, но только когда в экспедициях участвовали члены нашего Клуба. Мы также принимаем работы по археологии, которые относятся к доисторической археологии и не касаются исследований в пещерах в области Сомерсет.

Говоря о формате, мало что изменилось за прошедшие годы. Размер страницы был изменён дважды: сначала в выпуске 2 в 1923 г. и второй раз в 1994 г. в выпуске 20. Большинство других изменений были обусловлены изменениями в печатных технологиях. Важным решением Клуба около десяти лет назад стало размещение нашего архива в интернете.

Сначала статья публикуется в бумажном виде, а через год — доступны онлайн. Имеется возможность поиска на [http://www.ubss.org.uk/search\\_literature.php](http://www.ubss.org.uk/search_literature.php), а также бесплатного скачивания. Большая часть нашего архива теперь доступна онлайн. Некоторые ранние и менее читаемые публикации ещё не доступны, но по запросу редактору [proceedings@ubss.org.uk](mailto:proceedings@ubss.org.uk) требуемая статья будет отсканирована и выложена в сеть.

В этой статье невозможно полностью оценить все статьи, напечатанные за последние 97 лет. За этот период опубликовано 27 томов, а также 79 отдельных выпусков журнала. Чтобы увидеть все, запустите поиск (адрес выше) с пустой строкой, что даст вам доступ к полному списку из 915 публикаций.

Работы, попадающие в круг наших интересов, присылайте редактору по электронной почте [proceedings@ubss.org.uk](mailto:proceedings@ubss.org.uk). Наш библиотекарь ([sales@ubss.org.uk](mailto:sales@ubss.org.uk)) также заинтересован в новых подписчиках или подобных нам клубам и организациях, желающих обмениваться журналами.

Клуб также выпускает менее официальный журнал новостей UBSS Бюллетень (The UBSS Newsletter). В 1919 и 1920 годах был выпущен небольшой иллюстрированный памфлет, описывающий социальные аспекты Восточного Лагеря, который тогда был проведён. Следующие 50 лет выпускались бюллетени в один лист с датами встреч и мероприятий, но описаний того, что происходит, почти не было.

Ситуация изменилась в 1970 г., когда был выпущен первый бюллетень представляющий из себя выпуск «Новостей». Бюллетени включали неформальные и иногда юмористические отчёты недавних мероприятий, также списки дат событий и сообщения членам Клуба. В этом новом стиле бюллетень и выпускается, но не всегда с регулярными интервалами.

Вместе с дневниками, заметками и отчетами о поездках, менее официальными, чем в «*The Proceedings*», бюллетень печатал популяризованные статьи о пещерах, большое количество сплетен о членах клуба, особенно о студентах. В 1980-х годах было время высочайшего расцвета бюллетеня — почти половину каждого выпуска занимали карикатуры и сплетни, скомпилированные Чарли Селфом, являвшимся его редактором. «Privateer», как эта часть называлась, печатался вверх ногами с обратной стороны каждого выпуска, у которого, таким образом, было 2 обложки. В настоящее время журнал выпускается нерегулярно и распространяется, главным образом, в электронном формате.

Все выпуски можно найти на нашей странице <http://www.ubss.org.uk/newsletter.php>. Мы стараемся включить все, но могут быть журналы, особенно до 1950-х годов, которые мы упустили. Будем рады вашей помощи в этой работе.

### Международный научный форум «Пещеры как объекты истории и культуры»



С 16 по 24 апреля 2016 г. в Воронежской области под патронажем Международного союза спелеологов (UIS) состоялся спелеологический форум «Пещеры как объекты истории и культуры». В мероприятиях Форума приняло участие более 100 специалистов из 14 стран (России, Украины, Армении, Казахстана, Великобритании, Швейцарии, Германии, Италии, Болгарии, Словении, Израиля, Ливана, Пуэрто-Рико, Австралии). В качестве организаторов мероприятия выступили Природный архитектурно-археологический музей-заповедник «Дивногорье», Воронежский государственный университет, Русское географическое общество, Воронежская митрополия Русской Православной Церкви.

В программе Форума были предусмотрены две сессии заседаний. Первая сессия состоялась 19 апреля в конференц-зале Воронежского государственного университета и включала в себя 17 устных докладов. Были затронуты проблемы изучения и охраны пещер как памятников на примерах Европы, Азии, России. Вторая сессия, состоявшая из 16 докладов, прошла 21 апреля на базе МЗ «Дивногорье».

Особенностью Форума стала насыщенная экскурсионная программа, во время которой участники имели возможность продолжительного неформального общения между собой. Организаторами были подготовлены экскурсии познавательного характера — по г. Воронежу, музею-заповеднику «Костенки», музеем им. И.М. Крамского в г. Острогожске, а также широкая научно-экскурсионная программа. Последняя была разделена на три этапа. Первый состоялся перед Форумом с 16 по 18 апреля. В этот период участники смогли побывать в Селявнинском, Шатрищегорском, Калачеевском и Пескинском пещерных комплексах. 20 апреля была организована экскурсия в пещерный комплекс в Больших Дивах, находящийся на территории Дивногорского мужского монастыря. Третий этап программы прошел с 22 по 24 апреля. 22 апреля состоялась поездка в пещеры Костомаровского монастыря, а также в крупнейший в Европе Белогорский пещерный комплекс вблизи г. Павловска. 23 апреля был организован выезд в Белгородскую область с посещением культовых пещер в г. Валуйки и Холковском монастыре.

Мероприятие, несмотря на суровую погоду, прошло в дружеской и продуктивной обстановке. По итогам Форума был издан сборник докладов.

*А. А. Гунько*

### КОМПЛЕКСНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ «ГОЛУБОЕ ОЗЕРО — 2016»

С 15 сентября по 15 октября 2016 г. в Черекском ущелье Кабардино-Балкарской Республики проходила масштабная экспедиция по комплексному изучению уникального карстового объекта мирового значения — Голубого озера (Церик-Кель) (рис. 1), организатором которой выступил Центр подводных исследований Русского географического общества. Научным руководителем был приглашен главный редактор сборника «Пещеры», Николай Максимович.

Церик-Кель, расположенное на высоте 809 м над уровнем моря, является объектом мирового значения, одним из самых глубоких карстовых озер в мире и самым глубоким озером-источником на Земле. Феномен одного из глубочайших карстовых озер состоит в том, что оно не имеет внешних притоков, но при этом из него за сутки в реку вытекает более 70 миллионов литров воды. Уровень воды здесь стабилен в течение всего года, впрочем, как и температура, которая держится на отметке около 9°C по всей глубине. Озеро практически необитаемо, в его водах водятся только рачок гаммарус.

Исследования Голубого озера начались еще в XX веке, когда его описал географ и зоолог Николай Иванович Динник 90 лет назад. В 1926–27 годах изучением



Рис. 1. Аэроснимок Голубого озера



Рис. 2. Отбор проб воды с глубины водолазом



Рис. 3. Стенка озера (съемка из кабины C-Explorer-3)



Рис. 4. Аппараты C-Explorer-3 и Марлин-350 в процессе работы



Рис. 5. Карстовое озеро Кель-Кетчхен

озера занимался профессор, доктор наук Иван Георгиевич Кузнецов, который за свои исследования был награжден серебряной медалью Русского Географического общества. Он был первым, кто составил карту глубин озера, исследовал его химический состав и измерил температуру на дне. Кроме того, именно Кузнецов выдвинул гипотезу о карстовом происхождении озера. В июне 1980 г. Голубое озеро изучала экспедиция Института географии им. Вахушти Багратиони Академии наук Грузинской ССР под руководством доктора географических наук Г. Гигинейшвили. После этого, несмотря на всю уникальность Голубого озера, его системных исследований никто не проводил.

Экспедиция 2016 г. является примером совместной плодотворной работы нескольких групп специалистов: водолазов, врачей, ученых и медиа-группы. Всего в экспедиции приняло участие более 50 человек из Москвы, Санкт-Петербурга, Перми и Краснодара.

Водолазная группа отрабатывала погружения и помогала со сбором проб воды (рис. 2), грунта, водорослей до глубины 100 м, а также проводила визуальное обследование стенок озера (рис. 3). Для подводного изучения объекта использовались три управляемых глубоководных аппарата: одноместный DeepWorker-2000, двухместный Dual DeepWorker-2000 и трехместный C-Explorer 3. Также использовались телеуправляемые необитаемые подводные аппараты «Марлин-350» и «GNOM», с помощью которых производился отбор проб грунта и воды, замер температур, радарная съемка (рис. 4).

Специалисты Военно-медицинской академии вели исследования по изучению поведения человеческого организма под водой на разных глубинах. Итогом работы медиа-группы экспедиции стало создание информационного сайта об озере (<http://urg-rgs.ru/>), снят большой видео и фотоматериал, планируется выпуск нескольких документах фильмов.

Сотрудниками Естественнонаучного института Пермского государственного национального исследовательского университета, осуществлявшими научное сопровождение проекта, было проведено рекогносцировочное обследование района карстовых озер (рис. 5), выполнен анализ морфометрии озера, проведены замеры уровня воды в озере, расхода вытекающей реки, прозрачности, температуры, окислительно-восстановительного потенциала, проводимости, pH среды и минерализации в приповерхностном слое воды, уточнены данные по изменению температуры с глубиной. Выполнен ряд других исследований. Обработка материалов ведется в настоящее время. Результаты работы экспедиции предполагается опубликовать в ближайшем сборнике «Пещеры».

Исследование таких масштабов проводится здесь впервые. Одним из результатов экспедиции стало установление новой глубины озера — 279 м, что больше ранее изученной на 21 м. Такая глубина зафиксирована в ранее неизвестном субгоризонтальном продолжении озера.

*Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова, А. Д. Деменев*

КНИГИ

**Биоспелеология Кавказа и других районов России:** материалы Всерос. молодежной конф., Москва, 3–4 дек. 2015 г. / под ред. И. С. Турбанова, И. Н. Марина, К. Б. Гонгальского. — Кострома: Костромской печатный дом, 2015. — 103 с.

**Геология в развивающемся мире:** материалы 8-й науч.-практ. конф. студ., аспирантов и молодых ученых с междунар. участием / Перм. гос. нац. иссл. ун-т; отв. ред. П. А. Белкин. — Пермь, 2015.

**Пещеры:** сб. науч. тр. / под ред. Н. Г. Максимовича; ЕНИ ПГНИУ. — Пермь, 2015. — Вып. 38 — 274 с.

**Спелеология и спелестология.** К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — 312 с.

**Экологическая безопасность** и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — 367 с.

СТАТЬИ

**Абдуллин Ш. Р.** Влияние температуры на распределение цианобактерий и водорослей в пещерах / Ш. Р. Абдуллоев // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 266–267.

**Абдуллин Ш. Р.** Синтаксономия цианобактериально-водорослевых ценозов пещер России и некоторых сопредельных государств / Ш. Р. Абдуллоев, Б. М. Миркин // Растительность России. — 2015. — № 27. — С. 3–23.

**Абдуллин Ш. Р.** Экспериментальный анализ возможности гетеротрофного питания водорослей (на примере некоторых штаммов из пещеры «Пропавшая яма») / Ш. Р. Абдуллоев, В. Б. Багмет // Экология. — 2015. — № 5. — С. 392.

**Агаджанян А. К.** Новые материалы по мелким позвоночным из восточной галереи Денисовой пещеры / А. К. Агаджанян, М. Б. Козликин, М. В. Шуньков // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. — 2015. — Т. XXI. — С. 7–10.

**Анализ аспектов развития** системы наземного спелеолечения / Гринченков Н. В. [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 5. — С. 71.

**Аникеев А. В.** Оценка устойчивости карстовых районов на основе представлений об аккумуляционной емкости массива / А. В. Аникеев // Сергеевские

чтения. Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы городских агломераций: материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. — 2015. — С. 219–225.

**Аникеев А. В.** Шкала карстово-суффозионной опасности и риска / А. В. Аникеев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 154–158.

**Антонов К. В.** О влиянии некоторых геологических процессов на инженерные сооружения и транспортные пути / К. В. Антонов // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. — 2015. — № 1 (7). — С. 34 — 41.

**Антонова Н. И.** Пещера урочища «Соборная гора» (г. Трубчевск) в исторических документах и устных свидетельствах городских старожилов // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований. — 2015. — Т. 2, № 1. — С. 118–121.

**Астрашабов Е. Ф.** Использование туристско-рекреационного потенциала пещеры Партизанской на современном этапе / Е. Ф. Астрашабов, М. С. Астрашабова // География и геоэкология на службе науки и инновационного образования: материалы Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню Земли и 60-летию кафедры эконо. географии КГПУ им. В.П. Астафьева: [Электронный ресурс.] — Красноярск, 2015. — С. 133–135.

**Ахманов Г. Г.** Остаточные месторождения барита / Г. Г. Ахманов, И. П. Егорова, Т. А. Булаткина // Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение, экология: материалы 15-го междунар. совещ. по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. — Пермь, 2015. — С. 10–12.

**Ахмеденов К. М.** Карстовые ландшафты окрестностей озера Индер / К. М. Ахмеденов, А. Т. Сейткиреева // Молодой ученый. — 2015. — № 3 (83). — С. 308–313.

**Базарова Е. П.** К геологии пещеры Соктуй — Милозанская в Забайкальском крае / Е. П. Базарова // Минералогия техногенеза. — 2015. — № 16. — С. 177–182.

**Базарова Е. П.** О минералогии пещеры Трофимовская (Западный Кавказ, плато Арабика) / Е. П. Базарова // Минералогия техногенеза. — 2015. — № 16. — С. 172–176.

**Байбииков В. Ю.** Подземная речка Пресня / В. Ю. Байбииков, В. А. Неходцев // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 280–283.

**Баранецкий М. Г.** Использование одесских катакомб как туристического объекта. История и перспективы / М. Г. Баранецкий, К. К. Пронин // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 305–308.

**Баранов С. М.** Изучение карста и пещер долины реки Увелька (Увельский район Челябинской области) / С. М. Баранов, В. А. Костромитин, Т. А. Костромитина // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 103–111.

**Баранов С. М.** Новые карстовые и псевдокарстовые пещеры в Верхнеуральском районе Челябинской области / С. М. Баранов, В. А. Костромитин, Т. А. Костромитина // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 56–62.

**Баранов С. М.** Новые пещеры в долинах рек Верхняя и Нижняя Биянка (Ашинский район Челябинской области) / С. М. Баранов, И. Ю. Бодунов, А. П. Козлов // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 35–41.

**Баранов С. М.** Пещера «Данко» — новый крупный географический объект на территории Челябинской области / С. М. Баранов // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества материалы 4-й заоч. Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию Русского географического общества. — Челябинск, 2015. — С. 204–206.

**Баранов С. М.** Псевдокарстовые пещеры на Большееаллакском археологическом комплексе / С. М. Баранов, В. А. Костромитин, Т. А. Костромитина // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 19–27.

**Барышников В. И.** Карст Южного Урала из космоса / В. И. Барышников // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 6–9.

**Барышников В. И.** Структурно-геоморфологическая карта как основа районирования Уфимского «полуострова» по инженерно-геологическим условиям / В. И. Барышников, В. Г. Камалов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 66–70.

**Барышников Г. Ф.** Позднеплейстоценовые остатки псовых (Canidae) из пещеры Географического общества на Дальнем Востоке России / Г. Ф. Барышников // Russian Journal of Theriology = Русский териологический журнал. — 2015. — Т. 14, № 1. — С. 65–83.

**Березнев В. А.** Анализ физико-механических свойств грунтов терригенно-карбонатной толщи на подработанной территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей / В. А. Березнев, В. В. Никифоров // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 71–75.

**Биксио Р.** Предварительные исследования подземелий крепости Битлис (юго-восточная Турция) / Р. Биксио, А. Де Паскале, К. Пекташ // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 117–128.

**Биоархеологический анализ антропологического материала из пещеры Вертеба** / Д. Карстен [и др.] // Stratum plus: Archaeology and Cultural Anthropology. — 2015. — № 2. — С. 121–144.

**Бобровский Т. А.** Комплекс в отдельном конусовидном останце в долине Земи, Каппадокия / Т. А. Бобровский, И. О. Грек, О. И. Климишина // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й

междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 154–158.

**Бобровский Т. А.** Комплекс искусственных пещер в долине Мескендир близ Гёреме (Каппадокия) / Т. А. Бобровский, И. О. Грек // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 129–134.

**Богомаз М. В.** Опыт применения компьютерных систем для оценки закарстованности урбанизированных территорий / М. В. Богомаз // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 8. — С. 113–117.

**Болиховская Н. С.** Палиностратиграфия и предварительная реконструкция природных обстановок во время формирования верхней части плейстоценовой толщи в восточной галерее Денисовой пещеры / Н. С. Болиховская, М. Б. Козлихин, М. В. Шуньков // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. — 2015. — Т. XXI. — С. 28–30.

**Борисов И. В.** Подземные выработки месторождения мрамора Рускеала — 1 (Карелия) / И. В. Борисов // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 218–222.

**Борные минералы** в эвапоритах Пермского и Башкирского Приуралья / Калинина Т. А. [и др.] // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: сб. науч. ст. Пермь: ПГНИУ, 2015. Вып. 18. С. 119–126.

**Бритова Г. Л.** Методические предпосылки оценки влияния карста на речной сток / Г. Л. Бритова, З. К. Иофин, С. А. Левачева // Вузовская наука — региону: материалы 13-й Всерос. науч. конф. — 2015. — С. 142–143.

**Булатов В. С.** Подземные каменоломни у деревни Котляково Московской области / В. С. Булатов, С. Е. Головин, Е. Г. Яновская // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 210–217.

**Бурмак И.** Цыкин Ростислав Алексеевич (15.04.1935 — 10.03.2015) / И. Бурмак // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 192–194.

**Варламова М. А.** Туристический ресурс памятника природы «Пещера Шульган-таш» (Республика Башкортостан) / М. А. Варламова // Культурное наследие Северного Кавказа как ресурс межнационального согласия: сб. науч. ст. — Краснодар, 2015. — С. 143–150.

**Васильев С. К.** Фаунистические остатки из отложений пещеры Бийка-1 и грота Бийка-2 (Горный Алтай) и их археологический контекст / С. К. Васильев, Е. П. Рыбин, Т. И. Нохрина // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. — 2015. — Т. XXI. — С. 31–35.

**Вистингаузен В. К.** Спелеологическая изученность Тулатинско-Сентелекского карстового участка / В. К. Вистингаузен // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. — 2015. — № 1 (36). — С. 56–62.

**Вихлинский постплейстоценовый оползень** / Г. М. Курбанова [и др.] // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. — 2015. — № 65. — С. 214–219.

**Возможности развития** спелеотуризма в Еврейской автономной области / В. П. Макаренко [и др.] // Вестник национальной академии туризма. — 2015. — № 2. — С. 59–62.

**Возобновление** исследования пещеры Сельунгур (Кыргызстан) / А. И. Кривошапкин [и др.] // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. — 2015. — Т. XXI. — С. 94–98.

**Волков А. М.** Расширение территории памятника природы «Пещера Зигановка и ее окрестности» как путь сохранения биоразнообразия и рекреационных ресурсов / А. М. Волков, Ю. В. Соколов // Уральский экологический вестник. — 2015. — № 1. — С. 3.

**Вторичная сульфатная минерализация** (гипс и барит) в пещере Шульган-Таш как признак проявления неклассического сернокислотного спелеогенеза / О. Я. Червцова [и др.] // Минералогия техногенеза. — 2015. — № 16. — С. 95–106.

**Гавел У.** Семьдесят лет спелеологическому клубу в Брно — предшественнику Чешского спелеологического общества / У. Гавел, И. Харна // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 153–163.

**Гаев А. Я.** О зоне силикатного типа карста на примере регионов Урала и Приуралья / А. Я. Гаев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 295–297.

**Гаев А. Я.** О необходимости создания систем мониторинга на урбанизированных территориях Пермского Прикамья / А. Я. Гаев, Ю. А. Килин, И. И. Минькевич // Экологические проблемы промышленных городов. — Саратов, 2015. — Вып. 2. — С. 256–259.

**Гайнутдинов И. А.** Биоразнообразие цианопрокариот и водорослей Шемахинской карстовой системы // Биоразнообразие и механизмы адаптации организмов в условиях естественного и техногенного загрязнения: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию докт. биолог. наук, проф., акад. РАН, основателя научной школы «Техногенное загрязнение окружающей среды предприятиями горнорудной промышленности» Янтурина Сафаргали Искандаровича; Сибайский институт (филиал). — 2015. — С. 88–94.

**Гакаев Р. А.** Карстово-суффозионные процессы в ландшафтах горной Чечни / Р. А. Гакаев, К. Я. Зухайраева // Материалы 2-го Кавказского экологического форума: сб. материалов. — Грозный, 2015. — С. 54–59.

**Гакаев Р. А.** Физико-географические особенности формирования карста в Чеченской республике / Р. А. Гакаев, Д. Д. Килоев // Экологические проблемы. Взгляд в будущее: посвящается 100-летию юбилею Южного федерального университета. Посвящается 100-летию юбилею кафедры физической географии, экологии и охраны природы ЮФУ. — Краснодар, 2015. — С. 88–93.

**Галимова Р. Г.** Климатические и гидрологические факторы влияния на развитие карста в республике Башкортостан / Р. Г. Галимова, И. И. Хамракулов // Геосфера: сб. науч. работ студентов, магистрантов и аспирантов географ. фак. — Уфа, 2015. — С. 197–198.

**Гаршин Д. И.** Добыча «коломенского мрамора», по данным литературных источников / Д. И. Гаршин, Ю. В. Богдашкина, С. С. Струков // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 223–230.

**Гаспарян Р. К.** Проблема возникновения и активизации провальных явлений на территории г. Гюмри // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире (ГЕОРИСК- 2015) : материалы 9-й Междунар. науч.-практ. конф. / Научный Совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. — 2015. — С. 159–164.

**Гафуров Д. Р.** Карстовые образования в Башкортостане // Новые технологии в инженерии : сб. студен. науч. ст. по материалам Студенческой науч.-практ. конф. / Российский университет дружбы народов. — 2015. — С. 15–24.

**Геодинамически активные зоны** и линейменты Москвы и их геоэкологическое значение / А. П. Дорожко [и др.] // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. — 2015. — № 2. — С. 147–157.

**Геологические факторы** коммунальных аварий города Самары / А. В. Мальцев [и др.] // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сб. ст. / под ред. М. И. Бальзанникова, К. С. Галицкова, В. П. Попова; Самарский гос. архитектурно-строит. ун-т. — Самара, 2015. — С. 287–294.

**Геолого-гидрогеохимическая** характеристика карстового источника Серебряный ключ (хребет Лозовый) / И. В. Брагин [и др.] // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всерос. конф. с международным участием с элементами научной школы / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск, 2015. — С. 396–400.

**Геориски** Гарм-Джиргитальского района / М. С. Саидов [и др.] // Известия ВУЗов Кыргызстана. — 2015. — № 2. — С. 55–59.

**Геофизические исследования** историко-природного комплекса «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» / А. В. Пугин [и др.] // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей: материалы 42-й сессии Междунар. науч. семинара им. Д. Г. Успенского, 26 — 30 янв. 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 173–176.

**Геофизические исследования Ледяной горы** и Кунгурской Ледяной пещеры / А. В. Пугин [и др.] // 16-я Уральская молодежная науч. шк. по геофизике: сб. материалов. — Пермь, 2015. — С. 225–228.

**Геофизические исследования** прибором Ига-1 геопатогенных зон карста в городской зоне и на насыпных островах Дубая / М. И. Давлетов [и др.] // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Пермь, 2015. — С. 69–73.

**Гимранов Д. О.** Находка красного волка (*Carnivora, Canidae, Cuon Alpinus Pallas, 1811*) в позднем неоплейстоцене Урала / Д. О. Гимранов, П. А. Косинцев, Н. Г. Смирнов // Доклады Академии наук. — 2015. — Т. 464, № 5. — С. 636.

**Головачев А. В.** Криогенные отложения пещер в районе озера Индер / А. В.

Головачев // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 16–19.

**Головач С. И.** Два новых вида диплопод рода *Caucasodesmus Golovatch*, 1985 из Крыма (Россия) (*Diplopoda, Polydesmida, Trichopolydesmidae*) / С.И. Головач, Д. Ванденшигел // *Russian Entomological Journal*. — 2015. — Т. 24, № 1. — С. 1–6.

**Горно-геометрические** задачи картирования карстов и роль гидродинамической модели в прикладных схемах полевой электроразведки и скважинных методов: резистивиметрии и термометрии / А. В. Тимохин [и др.] // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле земли, интерпретация геофизических полей: материалы конф. — 2015. — С. 321–325.

**Готман А. Л.** Расчет свайного ленточного фундамента на карстоопасном основании / А. Л. Готман; Р. Н. Магзумов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 224–228.

**Готман Н. З.** Проблемы проектирования строительных объектов в условиях карстовой опасности / Н. З. Готман // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 30–37.

**Готман Н. З.** Проектирование геотехнической противокарстовой защиты зданий и сооружений / Н. З. Готман, Р. Р. Вагапов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 229–233.

**Готман Н. З.** Проектирование карстозащитных фундаментов зданий с подземной частью / Н. З. Готман, М. З. Каюмов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 234–238.

**Гранит Б. А.** К вопросу изучения карстово-суффозионных процессов методами сейсморазведки / Б. А. Гранит, И. О. Гусаков // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 76–79.

**Гребенюков В. И.** Археологическое изучение неолита и энеолита Восточного и Центрального Казахстана (50–60-е гг. XX столетия) / В. И. Гребенюков // *Вестник Нижневартовского гос. ун-та*. — 2015. — № 4. — С. 60–66.

**Грек И. О.** Искусственные пещеры в долине Ешил-Дере (провинция Караман, Турция) / И. О. Грек, Н. Н. Молдавская, М. Н. Широков // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 181–185.

**Гуныко А. А.** Гулюшерминские угольные копи (по материалам исследований 2015 года) / А. А. Гуныко, Ф. Х. Кадыров, Д. В. Власов // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 76–84.

**Гуныко А. А.** Пещерный комплекс Игнатия Богоносца в Валуйках / А. А. Гуныко, С. К. Кондратьева, А. П. Гуныко // Спелеология и спелестология. К

170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 135–145.

**Гуныко А. А.** Пещерный комплекс у села Мечетка / А. А. Гуныко, С. К. Кондратьева, В. В. Степкин, А. П. Гуныко // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 168–173.

**Гуныко А. А.** Скальная архитектура в меловых останцах Донского региона / А. А. Гуныко, С. К. Кондратьева // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 248–265.

**Гуныко О. Г.** Граффити пещеры Шульган-Таш: пространственно-лингвистический анализ / О. Г. Гуныко, А. А. Гуныко, О. Я. Червяцова // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 292–299.

**Гуськов А. А.** Оригинальные пещеры Эски-Кермена / А. А. Гуськов // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 174–180.

**Давлетяров Д. А.** Определение коэффициента жесткости свай в расчетах карстозащитных фундаментов / Д. А. Давлетяров // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 239–242.

**Давтян С. Р.** Об организации ведения кадастра подземных пространств в Республике Армения / С. Р. Давтян // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 42–44.

**Дегтярев А. П.** Открытие подземного озера на Кугитанге (Туркменистан) / А. П. Дегтярев, Ш. Менлиев, М. В. Переладов // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 63–66.

**Дегтярев А. П.** Рисунки и граффити конца XVIII века в Камкинской каменоломне Подмосковья / А. П. Дегтярев // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 204–210.

**Дедова И. С.** Карст Прибаскунчакского района / И. С. Дедова, С. Н. Коновалова // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов: сб. ст. 5-й Междунар. науч.-практ. конф. / Волгоград. гос. социал.-педагог. ун-т. — Волгоград, 2015. — С. 195–199.

**Деревянко А. П.** Каменная индустрия из нижней части слоя 11 в восточной галерее Денисовой пещеры / А. П. Деревянко, М. В. Шуньков, М. Б. Козликин // Теория и практика археологических исследований. — 2015. — № 2 (12). — С. 29–39.

**Днепровский Н. В.** К вопросу о назначении пещерного комплекса на XVII Куртине главной линии обороны Мангупа / Н. В. Днепровский // Спелеология и

спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 186–196.

**Днепровский Н. В.** Новые архивные материалы по инкерманскому пещерному храму «Иконописцев» («География») / Н. В. Днепровский // Спелеология и спелеология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 145–153.

**Долгошеева У. А.** Карстовые ландшафты северо-западного Кавказа. Влияние антропогенной деятельности на карст / У. А. Долгошеева // Инновационная наука. — 2016. — № 2, ч. 5 (14). — С. 188–190.

**Долотов Ю. А.** Спелеологический обзор горнорудного района Лаврион (Греция) / Ю. А. Долотов // Спелеология и спелеология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 232–247.

**Долотов Ю. А.** Спелеологический обзор Святой горы Афон / Ю. А. Долотов, И. А. Агапов // Пещеры. — 2015. — Вып. 38. — С. 85–116.

**Дорожко А. Л.** Структурно-геоморфологические условия карстово-суффозионных процессов Нижегородского области / А. Л. Дорожко, И. В. Коробова, Т. В. Суханова // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 298–302.

**Дробинина Е. В.** Морфометрический анализ рельефа при карстологических исследованиях / Е. В. Дробинина, Д. Р. Золотарев // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 8-й науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых с междунар. участием): в 2 т. — Пермь, 2015. — Т. 2. — С. 29–33.

**Дробинина Е. В.** Оценка влияния современной геодинамики на инженерно-геологические условия и развитие карста (на примере г. Джержинска) / Е. В. Дробинина, Д. Р. Золотарев // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 8-й науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых с междунар. участием): в 2 т. — Пермь, 2015. — Т. 2. — С. 26–29.

**Дробинина Е. В.** Состояние покровной грунтовой толщи вблизи поверхностных карстовых форм / Е. В. Дробинина, Д. Р. Золотарев // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., 31 янв. 2015 г. — Тамбов, 2015. — Ч. 16. — С. 51–55.

**Дробинина Е. В.** Устойчивость перекрывающей дисперсной толщи в анализе морфометрии подземных карстовых форм / Е. В. Дробинина, Д. Р. Золотарев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 159 — 162.

**Дьяков Н. А.** О встрече с летучими мышами в Каменной пещере Майминского района Республики Алтай / Н. А. Дьяков // Исчезающие, редкие и слабо изученные виды животных и их отражение в Красной книге Республики Алтай прошлых и будущего изданий (критика и предложения): материалы рос. науч. мероприятия, конф. по подготовке третьего издания Красной книги Республики

Алтай (животные) / Горно-Алтайский государственный университет. — 2015. — С. 118–119.

**Елкин В. А.** Определение возраста поверхностных карстовых воронок для оценки карстовой опасности и риска: использование радиоуглеродных датировок и палинологических данных (на примере карстовой воронки правобережье р. Шиланда, Республики Татарстан) / В. А. Елкин // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 80–83.

**Елохина С. Н.** Новые карстологические опасности на восточном склоне Урала / С. Н. Елохина, С. В. Горбова // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире (ГЕОРИСК-2015) : материалы 9-й Междунар. науч.-практ. конф. / Научный Совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. — 2015. — С. 200–206.

**Емузова Л. З.** Результаты комплексного исследования Кель — Кетчен — карстового провала на Центральном Кавказе / Л. З. Емузова, А. М. Хатухов // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 3. — С. 622.

**Ерицян Б. Г.** Среднепалеолитические пещерные стоянки Ереван I и Лусакерт I (Армения) / Б. Г. Ерицян, А. Ю. Худоверян // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Серия: История. Политология. — 2015. — Т. 34, № 7. — С. 5–12.

**Железняк И. И.** Природные условия образования и состояния пещер Хээтэй / И. И. Железняк, И. Ю. Мальчикова, А. А. Гурулев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 303–306.

**Жикин А. А.** Оптимизация и совершенствование графа цифровой обработки сейсморазведочных данных при поисках карста / А. А. Жикин // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 84–87.

**Житенев В. С.** Новые находки верхнепалеолитических украшений из раковин в Каповой пещере: предварительные результаты / В. С. Житенев // Следы в истории: к 75-летию Вячеслава Евгеньевича Щелинского. — СПб., 2015. — С. 109–113.

**Житенев В. С.** Теоретические основы изучения разнообразия форм хозяйственно-бытовых и символических практик в пещерах с верхнепалеолитическими изображениями / В. С. Житенев // Вестник Моск. ун-та. Серия 8: История. — 2015. — № 5–6. — С. 97–108.

**Житенев В. С.** Фигура зооантропоморфа из каповой пещеры и гибридные настенные изображения Франко-Кантабрии / В. С. Житенев // IV Северный археологический конгресс: материалы. — 2015. — С. 237–240.

**Жуков А. А.** Мониторинговый контроль физического состояния среды методом электрометрии на потенциально опасных участках образования деформаций земной поверхности / А. А. Жуков, В. П. Колесников, Т. А. Ласкина // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 4. — С. 163–171.

**Загадка пещеры Вологодского** / А. В. Осинцев [и др.] // Байкальский

зоологический журнал. — 2015. — № 2 (17). — С. 112–113.

**Задериголова М. М.** Значение радиоволнового метода при оценке карстовой опасности и риска / М. М. Задериголова, М. М. Задериголова (мл.), Е. В. Билак // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 163–166.

**Занозин В. В.** Особенности рельефа Астраханской области / В. В. Занозин // Естественные науки. — 2015. — № 1(50). — С. 9–14.

**Зверев В. П.** Гидрогеохимические особенности развития карста в современных условиях / В. П. Зверев, И. А. Костикова // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. — 2015. — № 3. — С. 248–256.

**Зверев В. П.** Изменение химического состава подземных вод территории г. Березники и развитие провальных процессов / В. П. Зверев, И. А. Костикова // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 88–91.

**Зверев В. П.** Необходимые условия устойчивости сооружений на растворимых горных породах / В. П. Зверев, И. А. Костикова // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 307–311.

**Зеркаль О. В.** Использование статического зондирования для оценки развития карстово-суффозионных процессов / О. В. Зеркаль, Е. Н. Самарин // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 92–100.

**Зерова В. В.** Оценка влияния современной геодинамики на инженерно-геологические условия и развитие карста (на примере г. Дзержинска) / В. В. Зерова // Геология в развивающемся мире: материалы 8-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. — Пермь, 2015. — С. 26–29.

**Значение карстовых явлений** в тектонических исследованиях горных областей (на примере Крыма и Памира) / М. Таджибеков [и др.] // Вестник Таджикского нац. ун-та. Серия естественных наук. — 2015. — Т. 2, № 1. — С. 251–256.

**Зогби Л. А.** Совместная работа спелеодайверов и спелеологов по составлению карты пещеры Пратинья, Иракара, Баия, Бразилия / Л. А. Зогби, Д. П. К. Маллет // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 52–55.

**Иванов И. Й.** Применение некоторых гидрохимических исследований карстовых вод в качестве дополняющего критерия оценки опасности возникновения провалов / И. Й. Иванов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 167–172.

**Иванов С. М.** Штольни Сталинградского управления НКВД в период

Сталинградской битвы / С. М. Иванов // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 287–292.

**Идентификация гипогенного карста** на северном склоне Карабийского массива (Горный Крым) / Е. Н. Амеличев [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. — 2015. — Т. 1 (67), № 1. — С. 91–107.

**Из истории наблюдений** за рукокрылыми в пещерах Салаира (Новосибирская область) / А. Б. Ботвиник [и др.] // Plecotus et al. — 2015. — № 18. — С. 45–53.

**Измерение** радиационного фона в пещерах Западного Кавказа / Т. М. Кудерина [и др.] // Пещеры. — 2015. — Вып. 38. — С. 127–136.

**Изучение** водного режима Пинежья по данным об изотопном составе воды ( $\delta^{22}\text{R}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) / И. В. Токарев [и др.] // Пещеры. — 2015. — Вып. 38. — С. 17–34.

**Иконников Е. А.** О карстопоявлениях в теригенно-карбонатной толще Верхнекамского месторождения солей / Е. А. Иконников // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. — Пермь, 2015. — С. 133–136.

**Икрянникова К. С.** Методика полевого описания карстовых форм и условия развития карста Навагинского района Нижегородской области / К. С. Икрянникова // Геология в развивающемся мире: материалы 8-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. — Пермь, 2015. — С. 37–39.

**Илларионов А. Г.** К эволюции карста южной части зауральского пенепплена / А. Г. Илларионов // Вестник Удмурт. ун-та. Серия Биология. Науки о Земле. — 2015. — Т. 25, № 3. — С. 96–107.

**Ингасцио С.** Краткая история одной из основных проблем биоспелеологии в свете биогеографического распределения подземной фауны Апулии (юго-восток Италии) / С. Ингасцио, М. Паризе, Е. Росси Маллет // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 268–276.

**Иофин З. К.** Условия впитывания воды в почву и ее инфильтрации в подземные воды на водосборах рек Восточной Кубы / З. К. Иофин // Известия Рос. академии наук. Серия географическая. — 2015. — № 4. — С. 58–69.

**Исследование пещеры** Трапия, крупнейшей в штате Риу-Гранди-ду-Норти, северо-восток Бразилии / Л. А. Зогби [и др.] // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского геогр. общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 98–102.

**Кадебская О. И.** Выяснение причин провала в п. Луньевка (Александровский район, Пермский край) / О. И. Кадебская, Л. В. Андрейко, // Горное эхо. — Пермь, 2015. — № 1. — С. 33–35.

**Кадебская О. И.** Изотопия С и О карбонатов из пещер различных климатических зон Урала / О. И. Кадебская // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. — Пермь, 2015. — Вып. 13. — С. 21–23.

**Кадебская О. И.** Изотопия и морфология новообразованных карбонатов карбонатно-сульфатного массива Ледяная гора / О. И. Кадебская, Т. А. Калинина,

И. И. Чайковский // Вестник Перм. ун-та. Геология. — 2015. — Вып. 2 (27). — С. 6–16.

**Кадебская О. И.** Условия формирования борных минералов в карстовых и искусственных подземных полостях / О. И. Кадебская, Т. А. Калинина // Пещеры. — 2015. — Вып. 38. — С. 68–75.

**Кадебская О. И.** Экспедиционное обследование пещер урочища Кутук (Башкирия) / О. И. Кадебская, Ю. И. Степанов // Горное эхо. — 2015. — № 2. — С. 45–50.

**Казначеев П. А.** Эквипотенциальный и токовый методы карстологического геоэлектрического мониторинга / П. А. Казначеев, А. Н. Камшилин, В. П. Хоменко // Инженерные изыскания. — 2015. — № 9. — С. 32–39.

**Какутина О. М.** Исследование инженерно-геологических условий территории строительства в Клявлинском районе Самарской области / О. М. Какутина // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сб. ст. / под ред. М. И. Бальзанникова, К. С. Галицкова, В. П. Попова; Самар. гос. архитектур.-строит. ун-т. — Самара, 2015. — С. 302–306.

**Калинина Т. А.** Литология нижнепермских карбонатных и сульфатных эвапоритов района «классического» Кунгура (Пермский край) / Т. А. Калинина // Вестн. Перм. ун-та. Геология. — 2015. — № 3 (28). — С. 6–27.

**Камшилин А. Н.** Обзор методов активного геоэлектрического и сейсмоэлектрического мониторинга применительно к контролю карстовых явлений / А. Н. Камшилин, П. А. Казначеев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 101–105.

**Каргополова М. А.** Категория времени в художественном тексте и средства ее репрезентации (на примере рассказа Е. Замятина «Пещера») / М. А. Каргополова // Наука и образование: проблемы и перспективы: сб. материалов студен. науч.-практ. конф. — 2015. — С. 152.

**Касаткина К. В.** Опасные геологические процессы в городах Приволжского федерального округа / К. В. Касаткина // Геология в развивающемся мире: материалы 8-й науч.-практ. конф. студ., аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. — Пермь, 2015. — С. 48–52.

**Касумян А. О.** Хемоориентация в пищевом поведении у слепой пещерной рыбы *Astyuanax fasciatus* (Characidae, Teleostei) / А. О. Касумян, А. О. Марусов // Экология. — 2015. — № 6. — С. 439.

**Килин И. Ю.** Влияние на геомассив магистрального газопровода как техногенного фактора, на карстоопасных участках / И. Ю. Килин // Геология в развивающемся мире: материалы 8-й науч.-практ. конф. студ., аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. — Пермь, 2015. — С. 52–54.

**Килин И. Ю.** Кишертский карстовый район — зона разгрузки карстовых вод / Ю. А. Килин, И. И. Минькевич, О. В. Клецкина // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 312–316.

**Килин И. Ю.** Методы противокарстовой защиты на объектах нефтегазового комплекса / Ю. А. Килин, О. А. Маковецкий // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы Междунар. симпозиума / под ред. В. Н. Катаева [и др.] — Пермь, 2015. — С. 248–252.

**Кияшко Н. В.** О проблемах проектирования и строительства фундаментов зданий на закарстованных грунтах оснований / Н. В. Кияшко, Т. А. Нижникова, А. В. Рязанов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпозиума, Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 243–247.

**Кобрин К.** В пещерах третьего Карфагена / К. Кобрин // Неприкосновенный запас. Дебаты о политике и культуре. — 2015. — № 99. — С. 142–150.

**Ковалев А. Г.** Подземные архитектурные сооружения в поселке Меджибож (по материалам спелеологической экспедиции «Меджибож-2015») / А. Г. Ковалев // Спелеология и спелеология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 278–279.

**Ковалева Т. Г.** Влияние перекрывающих отложений на развитие карстовых форм (на примере с. Усть-Кишерть, Пермский край) / Т. Г. Ковалева, А. В. Шилова // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы Междунар. симпозиума — Пермь 2015. — С. 351–355.

**Ковалева Т. Г.** Результаты оценки карстоопасности территории развития карбонатно-сульфатного карста на основе геолого-гидрогеологических факторов / Т. Г. Ковалева // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 173–176.

**Козликин М. Б.** Нелеваллуазская индустрия среднего палеолита из Денисовой пещеры / М. Б. Козликин // 4-й Северный археологический конгресс: материалы. — Ханты-Мансийск, 2015. — С. 18–20.

**Козликин М. Б.** Новые данные по каменным индустриям среднего палеолита из восточной галереи Денисовой пещеры / М. Б. Козликин // Новые материалы и методы археологического исследования: материалы 3-й Междунар. конф. молодых ученых / Российская академия наук институт археологии. — 2015. — С. 23–25.

**Комплексный подход** к идентификации гипогенного карста на массиве Бурундук — кая (Восточно-Крымское предгорье) / И. Е. Тимохина [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. — 2015. — Т. 2 (68), № 1. — С. 91–105.

**Кондратьева Л. М.** Элементный состав натёчных обрастаний в пещере Снежная (Абхазия) / Л. М. Кондратьева, О. С. Полевская, Н. С. Коновалова // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всерос. конф. с междунар. участием с элементами научной школы / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск, 2015. — С. 432–436.

**Костарев В. П.** Это нужно знать, приступая к инженерно-геологическим изысканиям на закарстованных территориях / В. П. Костарев // Экологическая

безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпози., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 38–41.

**Костарев С. М.** Особенности нефтепромыслового загрязнения геологической среды карстовых районов Пермского края / С. М. Костарев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпози., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 317–322.

**Крашенинников В. С.** Методика оценки карстоопасности в пределах локального участка изысканий / В. С. Крашенинников // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпози., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 183–187.

**Крашенинников В. С.** Формирование ослабленных зон над карстовой полостью (экспериментальное подтверждение) / В. С. Крашенинников // Промышленное и гражданское строительство. — 2015. — № 1. — С. 42–45.

**Крейдун Ю. А.**, Рукотворный пещерный комплекс у с. Средне-Красилово Заринского района Алтайского края / Ю. А. Крейдун, В. В. Кокшенев // Культурное наследие Сибири. — 2015. — № 18. — С. 39–46.

**Кривцов В. А.** Пространственная организация современных экзогенных рельефообразующих процессов и прогноз неблагоприятных и опасных явлений на территории Рязанской области / В. А. Кривцов, А. В. Водорезов, А. Ю. Воробьев // Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике: Всерос. конф. (7-е Шукинские чтения). — М., 2015. — С. 122–125.

**Кузнецова А. В.** Оценка карстоопасности территории рабочего поселка Бутурлино Нижегородской области / А. В. Кузнецова // Геология в развивающемся мире: материалы 8-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. — Пермь, 2015. — С. 72–76.

**Кузьмина Л. Ю.** Влияние рекреационной нагрузки на грунты и микрофлору пещеры Шульган-Таш (Южный Урал) / Л. Ю. Кузьмина, Л. В. Сидорова, А. С. Рябова // Отражение био-, гео-, антропогенных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: сб. материалов 5-й Междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ. — Томск, 2015. — С. 425–428.

**Кузьмина Л. Ю.** Микробиологический мониторинг водных источников пещеры Шульган-Таш (Южный Урал) / Л. Ю. Кузьмина, А. С. Рябова, Н. В. Иванчина // Известия Уфимского научного центра РАН. — 2015. — № 4 (1). — С. 80–82.

**Кузьяева Е. И.** Ординский карстовый сифон / Е. И. Кузьяева // Геология в развивающемся мире материалы 8-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. — Пермь, 2015. — С. 176–179.

**Кучина Л. П.** Карстовые процессы на территории Чувашской республики и их влияние на хозяйственную освоенность / Л. П. Кучина, И. В. Никифорова // Эколого-геоморфологические исследования в урбанизированных и техногенных ландшафтах (Арчиовские чтения-2015): сб. материалов Всерос. летней молодеж. школы — конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. докт. геогр. наук, проф. Емельяна Ивановича Арчиова. — Чебоксары, 2015. — С. 32–39.

**Лаврова Н. В.** Оценка условий развития опасных геологических процессов на

автомобильной дороге в Нижнесыльвенском карстовом районе (Пермский край) / Н. В. Лаврова // Проблемы региональной экологии. — 2015. — № 3. — С. 162–167.

**Лаврова Н. В.** Научно-методические рекомендации по прогнозу карстоопасных зон ново-пашийского месторождения / Н. В. Лаврова // Стратегия и процессы освоения георесурсов : сб. науч. тр. — Пермь, 2015. — С. 56–58.

**Лагунин И. И.** «Новые Пещеры» (Посолодино) — забытый пещерный монастырь XVI в. на севере Псковского края / И. И. Лагунин // Псков : научно-практический, историко-краеведческий журнал. — 2015. — № 43 (43). — С. 18–30.

**Лансфордит** из штолен по добыче известняков в Самарской области / С. С. Потапов [и др.] // Уральский геологический журнал. — 2015. — № 2 (104). — С. 3–10.

**Лебедева Е. В.** Карстовые системы Юкатана / Е. В. Лебедева, Л. А. Некрасова, Д. В. Михалев // Вопросы географии. — 2015. Т. 140: Современная геоморфология. — С. 181–200.

**Лежава З. И.** К изучению известнякового массива Бзвани / З. И. Лежава, К. Д. Цикаришвили, Г. Б. Двалашвили // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 9–16.

**Леонова Е. В.** Антропологические материалы из мезолитических слоев пещеры Двойная (Северо-Западный Кавказ) / Е. В. Леонова, М. Б. Медникова // Краткие сообщения Института археологии. — 2015. — № 239. — С. 326–338.

**Литвинов И. В.** Экспедиции на карстовые массивы гор Пихтовая и Пирамидная (Поронайский район Сахалинской области) / И. В. Литвинов // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 112–116.

**Лое Д. Дж.** Журнал «Caveand Karst Science» / Д. Дж. Лое; пер. Е. В. Губиной // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 210–214.

**Лозовой С. П.** Роль энергии рельефа в интенсивности закарстования нагорного плато (на примере наклонного плато Азиш-Тай) / С. П. Лозовой // Географические исследования Краснодарского края / под общ. ред. А. В. Погорелова. — Краснодар, 2015. — С. 3–6.

**Ляхницкий Ю. С.** Комиссия спелеологии и карстоведения Санкт-Петербургского отделения Русского географического общества / Ю. С. Ляхницкий, А. А. Юшко, И. А. Агапов // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества : материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 13–16.

**Мавлюдов Б. Р.** Комиссия спелеологии и карстоведения Московского отделения Русского географического общества / Б. Р. Мавлюдов, А. Л. Шелепин // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества : материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 11–13.

**Мавлюдов Б. Р.** Ледниковый и классический карст — сходство и различие / Б. Р. Мавлюдов // Вопросы географии. — 2015. Т. 140: Современная геоморфология. — С. 201–216.

**Мавлюдов Б. Р.** Рецензия на книгу Labegalini J. A. Fifty years of the UIS: 1965 — 1915. UIS. Ljubljana: Založba ZRC, 2015. 522 p. / Б. Р. Мавлюдов // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 205–209.

**Мазина С. Е.** Видовой состав ламповой флоры пещеры Воронцовская / С. Е. Мазина, А. К. Юзбеков // *Естественные и технические науки*. — 2015. — № 9 (87). — С. 31–38.

**Мазина С. Е.** Динамика изменения видового состава сообществ ламповой флоры Воронцовской пещеры / С. Е. Мазина, А. К. Юзбеков // *Экологические системы и приборы*. — 2015. — № 11. — С. 29–37.

**Мазина С. Е.** Ламповая флора Новоафонской пещеры / С. Е. Мазина // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. — 2015. — № 113. — С. 196–207.

**Мазина С. Е.** Санитарно-показательная микробиота пещерной системы Снежная — Иллюзия — Меженного / С. Е. Мазина, Е. П. Базарова, А. А. Концева // *Фундаментальные исследования*. — 2015. — № 2–26. — С. 5808–5814.

**Мазина С. Е.** Тестирование осветительных приборов для освещения экскурсионных пещер / С. Е. Мазина, Е. И. Федина, А. К. Юзбеков // *Экологические системы и приборы*. — 2015. — № 3. — С. 38–44.

**Мазина С. Е.** Формирование почвоподобных тел на участках искусственного освещения в пещерах / С. Е. Мазина, А. А. Семиколенных // *Роль почв в биосфере и жизни человека: междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Г.В. Добровольского, Международному году почв*. — М., 2015. — С. 205–207.

**Мазина С. Е.** Фотосинтезирующие виды пещеры Новоафонская, развивающиеся в условиях искусственного освещения / С. Е. Мазина, А. А. Концева, А. К. Юзбеков // *Естественные и технические науки*. — 2015. — № 10 (88). — С. 162–171.

**Маклашин А. В.** Инженерно-геологические и геофизические исследования для выявления карстоопасных участков на Свердловской железной дороге / А. В. Маклашин, А. К. Алванян // *Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г.* — Пермь, 2015. — С. 107–109.

**Маковецкий О. А.** Методы противокарстовой защиты на объектах нефтегазового комплекса / О. А. Маковецкий, И. Ю. Килин // *Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г.* — Пермь, 2015. — С. 248–252.

**Маковецкий О. А.** Оценка влияния устройства геотехнического барьера на изменение гидрогеологической ситуации при строительстве комплекса «Смарт — Парк — Уфа» / О. А. Маковецкий, Г. А. Тимофеева, С. Ф. Селетков // *Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г.* — Пермь, 2015. — С. 253–258.

**Максимович Н. Г.** Гидрохимическая характеристика подземных вод в карстовых районах в условиях нефтяного загрязнения / Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова // *Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы 2-й Всерос. конф. с междунар. участием*. — Владивосток, 2015. — С. 488–491.

**Максимович Н. Г.** К 90-летию Клары Андреевны Горбуновой / Н. Г.

Максимович, О. Ю. Мещерякова // *Вестник Пермского университета. Геология*. — 2015. — Вып. 4 (29). — С. 93–97.

**Максимович Н. Г.** Некоторые биогенные материалы зоны техногенеза (на примере Пермского края) / Н. Г. Максимович, В. Т. Хмурчик // *Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование: тр. 5-го Всерос. симпоз. с междунар. участием и 12-х Всерос. чтений памяти акад. А. Е. Ферсмана, 10 дек. 2014 г.* — Чита, 2015. — С. 170–176.

**Максимович Н. Г.** О международном симпозиуме. Проблемы экологической безопасности и строительства в карстовых районах / Н. Г. Максимович, В. Н. Катаев, О. Ю. Мещерякова // *Геориск*. — 2015. — № 3. — С. 54–56.

**Максимович Н. Г.** Проблемы карста и спелеологии в трудах Клары Андреевны Горбуновой (к 90-летию со дня рождения) / Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова // *Географический вестник*. — 2015. — № 4 (35). — С. 112–117.

**Максимович Н. Г.** Работы Клары Андреевны Горбуновой по карсту и экологии (к 90-летию со дня рождения) / Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова // *Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г.* — Пермь, 2015. — С. 323–331.

**Материалы к изучению** фауны грызунов и пищух позднеледниковья и раннего голоцена на Среднем Урале / А. И. Улитко [и др.] // *Наука и современность*. — 2015. — № 40. — С. 19–24.

**Матреничев В. А.** Глинистые отложения пещер / В. А. Матреничев, Е. В. Климова // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География*. — 2015. — № 4. — С. 65–82.

**Махнатов С. А.** Некоторые аспекты использования исходных данных для определения параметра противокарстовой защиты / С. А. Махнатов // *Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г.* — Пермь, 2015. — С. 259–264.

**Меленчук В. И.** Спелеолог Игнатий Яковлевич Стеллецкий в Малоярославце / В. И. Меленчук // *Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского (Региональная университетская научно-практическая конференция)*. Сер. «Естественные науки» / Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского. — Калуга, 2015. — С. 56–62.

**Меркулов П. И.** Экзогенные процессы в западных районах республики Мордовия / П. И. Меркулов, С. В. Меркулова, Д.Ю. Беляев // *Научные труды SWorld*. — 2015. — Т. 26, № 1 (38). — С. 45–49.

**Мещерякова О. Ю.** Зонирование закарстованных территорий по степени устойчивости к нефтяному загрязнению / О. Ю. Мещерякова // *Геология и полезные ископаемые Западного Урала: ст. по материалам регион. науч.-практ. конф. с междунар. участием*. — Пермь, 2015. — С. 136–139.

**Мещерякова О. Ю.** К 110-летию Г. А. Максимовича / О. Ю. Мещерякова // *Пещеры: сб. науч. ст.* — Пермь, 2015. — Вып. 37. — С. 237–239.

**Мещерякова О. Ю.** Клара Андреевна Горбунова — ученый, педагог, редактор сборника «Пещеры» (К 90-летию со дня рождения) / О. Ю. Мещерякова, Н. Г. Максимович // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С.164–191.

**Мещерякова О. Ю.** Проблемы карста и спелеологии в трудах Клары Андреевны Горбуновой (к 90-летию со дня рождения) / О. Ю. Мещерякова // Географический вестник. — 2015. Вып. 4. — С.112–117.

**Мещерякова О. Ю.** Сульфатный и соляной карст в условиях техногенного воздействия / О. Ю. Мещерякова // Современные проблемы науки и образования (электронный журнал) — 2015. — № 2.

**Минина Д. Д.** Спелеология — комплексная наука. Всестороннее исследование пещер. Антропогенные факторы / Д. Д. Минина, Т. Е. Андрищенко, Н. Н. Терещенко // Молодая наука — 2014: материалы 5-й Открытой междунар. молодежной науч.-практ. конф., посвящ. Году культуры в Российской Федерации / Росс. гос. гидрометеорологический ун-т в г. Туапсе; Абхазский гос. ун-т, г. Сухум, Абхазия; Краснодар. регион. отд. Всеросс. обществ. организации «Русское географическое общество»; Туапсинский гидрометеорологический техникум; Управление образования административного муниципального образования Туапсинский район. — 2015. — С. 210-211.

**Минькевич И. И.** Особенности растворимости сульфатных карстующихся пород по результатам натуральных экспериментальных исследований / И. И. Минькевич, Ю. А. Килин // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами : материалы Второй Всерос. конф. с междунар. участием. — Владивосток, 2015. — С. 201-204.

**Михалева О. А.** Гидрогеохимические исследования района ледяной горы г. Кунгура / О. А. Михалева // Геология в развивающемся мире: материалы 8-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. — Пермь, 2015. — С. 296–299.

**Михеева А. М.** Пещеры Могао / А. М. Михеева // Актуальные вопросы региональных и международных исследований: сб. науч. тр. к юбилею кафедры междунар. отношений и регионоведения. — Новосибирск, 2015. — С. 136–139.

**Мохонько В. И.** Оценка влияния техногенных факторов на активизацию меломергельного карстогенеза / В. И. Мохонько // Перший Незалежний Науковий Вісник. — 2015. — № 1-2. — С. 52-57.

**Мухаббатов Х.** Роль рекреационного потенциала историко-природного парка Ширкент в развитии экологического туризма / Х. Маббатов, З. Д. Нигматова // Вестник Курган-Тюбинского гос. ун-та имени Носира Хусрава. — 2015. — № 1 (31). — С. 24–27.

**Назаренко Н. И.** Причины провалов и оседание земной поверхности в карстовых районах / Н. И. Назаренко, Р. Р. Сабиров //Актуальные проблемы архитектуры, строительства и дизайна: материалы ежегод. междунар. студен. науч. конф. — 2015. — С. 83–86.

**Находка кристаллогидратов** сульфатов железа и магния — роценита, старкиита и эпсомита в пещере — руднике Кон-и-Гут (Азиатская Патагония) /

С. С. Потапов [и др.] // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. — 2015. — № 18. — С. 95–101.

**Находка лансфордита**  $MgCO_3 \cdot 5H_2O$  — редкого природного кристаллогидрата / С. С. Потапов [и др.] // Минералогия. — 2015. — № 3. — С. 21–30.

**Неходцев В. А.** Рудники Банска Штявницы / В. А. Неходцев // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 309–312.

**Нещеткин М. О.** Инженерно-геологическая оценка гидратации ангидритов и эрозии сульфатных пород в районах развития сульфатного карста речных долин / М. О. Нещеткин //Инженерная геология. — 2015. — № 5. — С. 46–54.

**Нижний палеолит** Ирана: новые находки из пещеры Маар-Гверга-Лан / Д. Давуди [и др.] // Археология, этнография и антропология Евразии. — 2015. — Т. 43, № 7–3(46). — С. 357–363.

**Новиков В. В.** Применение тонкостенных оболочек в фундаментах на закарстованных территориях / В. В. Новиков, Т. М. Бочкарева // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 265–268.

**Новые данные о пещерах** и карстовых ландшафтах степной зоны Урала / О. И. Кадебская [и др.] // Вопросы географии. — 2015. — Т 140. — С. 165–180.

**Новые результаты исследования** голоценовых отложений в Денисовой пещере / М. В. Шуньков [и др.] // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. — 2015. — Т. XXI. — С. 470–476.

**Новые штаммы** фосфатмобилизующих бактерий, продуцирующих ауксин, перспективные для сельскохозяйственной биотехнологии / Л. Ю. Кузьмина [и др.] // Известия Уфимского научного центра РАН. — 2015. — № 1. — С. 40–46.

**Обследование пещер** в Чарышском районе Алтайского края / Д. А. Аникин [и др.] // Полевые исследования в Прииртышье, Верхнем Приобье и на Алтае: материалы 10-й Междунар. науч.-практ. конф. — Барнаул, 2015. — С. 8–13.

**Овчаренко А. В.** Лазерное 3D-сканирование подземных пустот / А. В. Овчаренко // Уральский геофизический вестник. — 2015. — № 1 (25). — С. 51-57

**Опыт применения** комплекса геофизических методов для выявления карстовых полостей в отвалах калийных рудников / А. А. Жуков [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 5. — С. 120–130.

**Орлов Т. В.** Исследование карстового рельефа восточной части плато Лаго-Наки методами высотного лазерного сканирования (lidar) и дешифрирования аэрофотоснимков высокого разрешения / Т. В. Орлов, С. А. Садков // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. — 2015. — № 4. — С. 365–376.

**Отложения** и культурные слои пещер северо-западного Кавказа / А. Л. Александровский [и др.] // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 35–68.

**Оценка карстово-суффозионной** опасности на участке строительства Калининско-Солнцевской линии метрополитена в Москве / И. В. Козлякова [и др.] // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 177–182.

**Ощепков А. С.** Подземные разработки известняка в Запорожской области (Украина) / А. С. Ощепков, К. К. Пронин // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 197–198.

**Павлова О. В.** К вопросу о целесообразности развития спелеотуризма в Татарстане / О. В. Павлова // География и регион: материалы междунар. науч.-практ. конф. — Пермь, 2015. — Т.6: Туризм. — С. 166–173.

**Павлович И. Л.** Подземные объекты в спелеологической практике Среднего Поволжья / И. Л. Павлович, Е. В. Буланова // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы : материалы 4-й междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 115-летию со дня рожд. доктора биол. наук, проф. И. С. Сидорука и доктора сельскохоз. наук, проф. П.А.Положенцева, Самара, 7 дек. 2015 г. — Самара, 2015. — С. 306–316.

**Панчуков Н. П.** Влияние режима подземных и поверхностных вод на формирование полостей Кунгурской ледяной пещеры / Н. П. Панчуков // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. — Пермь, 2015. — С. 45–52.

**Паньков Н. Н.** Пещерный бокоплав Крангоникс Хлебникова *Crangonux Chlebnikovi* Borutzky, 1928 (Amphipoda: Crangonyctidae) нуждается в охране / Н. Н. Паньков // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в регионах Российской Федерации. Красная книга как объект государственной экологической экспертизы : материалы Межрегион. науч.-практ. конф. / Перм. гос. нац. иссл. ун-т; ВНИИ Экология. — Пермь, 2015. — С. 146–150.

**Пахомов А. И.** О представлении карста для целей учёта в инженерно-строительной практике на начальных этапах проектирования / А. И. Пахомов, С. А. Махнатов, И. А. Самохвалов // Современные тенденции развития науки и технологий. — 2015. — № 6 -6. — С. 96–101.

**Пахунов А. С.** Результаты естественнонаучных исследований скопления красочной массы: новые данные о рецептуре изготовления красок в Каповой пещере / А. С. Пахунов, В. С. Житенев // *Stratum plus: Archaeology and Cultural Anthropology*. — 2015. — № 1. — С. 125–135.

**Первая находка** криогенных карбонатов — маркеров межледниковий в пещерах Иркутской области / Кадебская О.И. [и др.] // Фундаментальные проблемы кватера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: материалы IX Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода (г. Иркутск, 15–20 сентября 2015 г.). — Иркутск: Издательство института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. с. 195–197.

**Петрищев В. П.** Ландшафты соляных куполов: проблемы рационального использования природных ресурсов нуклеарных геосистем / В. П. Петрищев // Альманах молодой науки. — 2015. — № 4. — С. 14–22.

**Петров В. Н.** (1920–2002) Маршрутное описание выработок древнего рудника Кан-и-Гут / В. Н. Петров // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 199–203.

**Пещера Данко** — новые горизонты в засифонной части / С. М. Баранов [и др.] // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 82–86.

**Пещерные памятники** и прииски Чарышского района Алтайского края / Д. А. Аникин [и др.] // Сохранение и изучение культурного наследия Алтайского края. — 2015. — № XXI. — С. 58–62.

**Писецкий В. Б.** Картирование зон развития карстовых процессов по комплексу электромагнитных и сейсмических атрибутов / В. Б. Писецкий, И. В. Абатурова, С. М. Чевдарь // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпози., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 110–112.

**Поздние среднепалеолитические индустрии** горного Алтая: новый этап изучения пещеры страшной / А. П. Деревянко [и др.] // Теория и практика археологических исследований. — 2015. — № 2 (12). — С. 7–17.

**Понце Гонзалес М. Г.** Тайна пещеры Чинака / М. Г. Понце Гонзалес // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 79–81.

**Пономарев А. Б.** Применение геосинтетических материалов при устройстве оснований и фундаментов на карстоопасных территориях / А. Б. Пономарев, Д. Г. Золотозубов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпози., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 269–273.

**Пономарев А. Б.** Улучшение свойств грунтовых оснований на карстоопасных территориях с помощью геосинтетических материалов / А. Б. Пономарев, Д. Г. Золотозубов // Вестник Волгоград. гос. архитектурно-строительного ун-та. Серия: Строительство и архитектура. — 2015. — № 40 (59). — С. 116–126.

**Постоев Г. П.** О механизме формирования провала и мульды оседания в покровной толще над полостью / Г. П. Постоев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпози., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 188–193.

**Похабов М. Н.** Оценка степени загрязнения снежного покрова окрестностей пещеры Партизанская (Красноярский край) / М. Н. Похабов // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: в 2 т. — 2015. — С. 189–190.

**Пронин К. К.** Гроты южной части Северо-Тюленовского участка (Болгария) / К. К. Пронин // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 67–76.

**Пронин К. К.** Находки в каменоломне К–58 (Крытый каток 2) / К. К. Пронин // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 159–163.

**Пушкарева И. Ю.** Определение местоположения карстующихся зон на этапе качественной обработки данных сейсморазведки / И. Ю. Пушкарева // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпози.,

Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 113–117.

**Результаты** инженерных изысканий в зоне крупного карстового провала и последующее назначение комплекса противокарстовых мероприятий / М. М. Уткин [и др.] // Инженерная геология. — 2015. — № 2. — С. 42–51.

**Рященко Т. Г.** Микроэлементный состав отложений пещеры Горомэ / Т. Г. Рященко, С. И. Штельмах // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. — 2015. — № 2 (51). — С. 88–96.

**Садков С. А.** Проверка вероятностных моделей развития карстовых форм в неоднородных условиях с использованием материалов высотного лазерного сканирования (на примере плато Лаго-наки) / С. А. Садков, Т. В. Орлов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 118–121.

**Садовников Д. А.** К проблеме карста со всей серьезностью / Д. А. Садовников, А. А. Новиков, С. М. Чавгун // Путь и путевое хозяйство. — 2015. — № 3. — С. 248–256.

**Сафина Р. Ф.** Развитие карста в Айской долине / Р. Ф. Сафина // Наука и общество в условиях глобализации. — 2015. — № 1 (2). — С. 12–14.

**Селетков И. А.** Изменение характеристик волнового поля при изучении участков карстующихся пород / И. А. Селетков, К. В. Пономарева // Шестнадцатая уральская молодежная научная школа по геофизике: сб. науч. материалов. — Пермь, 2015. — С. 277–280.

**Смирнов А. И.** Оценка карстовой опасности Южного Урала и Предуралья / А. Н. Смирнов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 194–198.

**Современные конкреции:** минералогическое исследование и экспериментальный подход. Часть 2. Эксперименты по осаждению карбонатов с помощью бактериальных сообществ / Л. В. Леонова и др. // Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. — 2015. — № 10 (250). — С. 45–51.

**Соколов К. О.** Применение георадиолокации для изучения геомеханических свойств горных пород на россыпных месторождениях севера / К. О. Соколов, Н. Д. Прудецкий, Д. В. Хосоев // Горная промышленность. — 2015. — № 4 (122). — С. 62.

**Соколов Э. М.** Формирование нефтяного загрязнения сульфатного массива в карстовых районах и методы его ликвидации / Э. М. Соколов, Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова // Известия Тульского гос. ун-та. Науки о Земле. — 2015. — № 2. — С. 79–89.

**Спелеологические исследования** в северо-восточной части Афона в 2011–2014 годах / А. Жалов [и др.] // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 44–51.

**Степкин В. В.** Пещеры у поселений Пригородный и Софиевка в Воронежской области / В. В. Степкин, А. Н. Химин, А. М. Бойко // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 231–232.

**Столова О. Г.** Состояние карстовых объектов — памятников природы Татарстана: степень изученности и актуальность проблемы сбережения / О. Г. Столова, О. В. Павлова, А. Е. Горшкова // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 332–336.

**Строкова Л. А.** Природные особенности строительства магистрального газопровода «Сила Сибири» на участке Чайядинское нефтегазоконденсатное месторождение — Ленск / Л. А. Строкова, А. В. Ермолаева // Известия Томского политех. ун-та. — 2015. — Т. 326, № 4. — С. 41–55.

**Сухов В. В.** Гідрогеологічні особливості карбонатного карсту / В. В. Сухов, В. Г. Суярко, О. О. Сердюкова // ScienceRise. — 2015. — Т. 7, № 1 (12). — С. 23–27.

**Сычкина Е. Н.** К вопросу моделирования карстовых процессов в программных комплексах для решения геотехнических задач / Е. Н. Сычкина, А. Б. Пономарев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 274–277.

**Тарколенкова В. Ю.** Геолого-геоморфологические памятники правого Волгоградского побережья / В. Ю. Таколенкова, В. А. Брылев // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов: сб. ст. 5-й Междунар. науч.-практ. конф./ Волгоград. гос. соц.-пед. ун-т, естественно-географический факультет; Комитет природных ресурсов и экологии Волгоградской области. — Волгоград, 2015. — С. 230–234.

**Ташак В. И.** Исследование пещеры Горомэ на Окинском плато / В. И. Ташак, Д. В. Кобылкин // Вестник Бурят. науч. центра Сибирского отд. Российской академии наук. — 2015. — № 4 (20). — С. 11–19.

**Токарев С. В.** Оценка и картирование уязвимости карстовых подземных вод в Горном Крыму (на примере массива Ай-Петри) / С. В. Токарев, А. Б. Климчук // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 337 — 341

**Толмачев Н. В.** Нормативно-методическая база строительства в карстовых районах России: критический анализ, предложения по совершенствованию / Н. В. Толмачев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 42–49.

**Травкин А. И.** Оценка опасности горных выработок для сооружений на закарстованной территории / А. Н. Травкин, Ю. В. Соколов, В. И. Мартин // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 199–204.

**Трифонов Б. А.** Применение скважинных геофизических методов для

изучения карстующихся известняков Москвы / Б.А. Трифонов, И. Г. Миндель, Н. А. Рагозин // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 126–130.

**Трифонов Б. А.** Упругие и деформационно-прочностные свойства известняков в массиве (Московский регион) / Б. А. Трифонов, И. Г. Миндель, В. В. Несынов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 122–125.

**Трофимова Е. В.** Применение индекса нарушенности пещер для оценки состояния подземной среды / Е. В. Трофимова // Известия Русского географического общества. — 2015. — Т. 147, № 3. — С. 41–48.

**Труфанов А. И.** Карст севера русской плиты (в пределах территории Вологодской области) / А. И. Труфанов, Н. П. Чернышов, Н. К. Максимова // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всерос. конф. с междунар. участием с элементами науч. школы / Нац. иссл. Томский политех. ун-т. — Томск, 2015. — С. 377–381.

**Ульянов В. А.** Строение разреза плейстоценовых отложений в восточной галерее Денисовой пещеры (по данным раскопок в 2015 году) / В. А. Ульянов, М. Б. Козликин, М. В. Шуньков // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. — 2015. — Т. XXI. — С. 157–160.

**Утемова С. А.** О карстоопасности Пермской градопромышленной агломерации / С. А. Утемова, В. Т. Папинова // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 205–209.

**Уткин М. М.** Промежуточные результаты проведенного мониторинга крупной карстово-провальной воронки с использованием беспилотного летательного аппарата / М. М. Уткин, Е. К. Никольский, Н. Ю. Королев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 131–133.

**Уткин М. М.** Десять наиболее характерных ошибок проектирования сооружений на закарстованных территориях / М. М. Уткин // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 278–285.

**Ушивцева Л. Ф.** Гидрохимические особенности подземных вод четвертичного комплекса отложений Баскунчакского гипсово-соляного массива / Л. Ф. Ушивцева, А. В. Соловьева // Геология, география и глобальная энергия. — 2015. — № 1 (56). — С. 92–100.

**Филатова А. В.** Применение маркшейдерии в геодезических работах на карстовых территориях Самарской области / А. В. Филатова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сб. ст. / Самар. гос. архитектурно-строительный ун-т. — Самара, 2015. — С. 247–251.

**Франк Х. Т.** Пещера, выкопанная гигантскими млекопитающими в Юго-Восточной Бразилии / Х. Т. Франк, Ф. С. К. Бахман, Р. П. Лопес // Спелеология и

спелеология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 28–31.

**Хаустов В. В.** О мраморном карсте на месторождении Тырныауз / В. В. Хаустов, В. Д. Костенко, А. П. Дубяга // Система «Планета Земля». 200 лет Священному союзу (1815–2015). — М., 2015. — С. 247–255.

**Хоменко В. П.** Карстовое провалообразование: механизм и оценка опасности / В. П. Хоменко // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 50–60.

**Характеристика** антибиотической активности актинобактерий, выделенных из пещеры Большая Орешная / Д. В. Аксенов-Грибанов [и др.] // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 137–152.

**Цгоев Т. Ф.** Мониторинг экзогенных геологических процессов на территории РСО — Алания: состояние, проблемы и меры по их предотвращению / Т. Ф. Цгоев, Е. А. Гриднев // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. — 2015. — № 3 (13). — С. 56–61.

**Цурихин Е. А.** Результаты подводных исследований в пещерах на реке Вижай Свердловской области / Е. А. Цурихин, В. А. Зотов // Спелеология и спелеология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 31–34.

**Цыкина Ж. Л.** Друг и соратник спелеологов / Ж. Л. Цыкина // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 195–204.

**Чайковский И. И.** Морфология криогенного кальцита из пещеры Российской (Средний Урал) / И. И. Чайковский, О. И. Кадебская // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. — 2015. — № 18. — С. 102–112.

**Чайковский И. И.** Основные механизмы формирования криогенной минерализации на примере пещер Урала / И. И. Чайковский, О. И. Кадебская // Минералогия во всем пространстве сего слова. Материалы XII Съезда РМО 2015. СПб. 2015. — С. 62–64.

**Челпанов П. Е.** Геоэкологические последствия строительства на закарстованной территории (на примере участка на уфимском «полуострове») / П. Е. Челпанов, В. Г. Камалов, Г. Р. Мухаметшина // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 342–346.

**Челпанов П. Е.** Опыт качества тампонажа закарстованного участка в г. Уфа / П. Е. Челпанов // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 284–288.

**Червяцова О. Я.** Особенности весенних паводков на реке Шульган и в пещере Шульган-Таш (Южный Урал) / О. Я. Червяцова, Ю. С. Ляхницкий, И. А. Гайнутдинов // Спелеология и спелеология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 87–97.

**Шаврина Е. В.** Изменения в пещерах и поверхностном карсте при воздействии биогенного фактора / Е. В. Шаврина, А. В. Сивков // Пещеры. — Пермь, 2015. — Вып. 38. — С. 117–127.

**Шаврина Е. В.** Мониторинг экзогенных геологических процессов в сульфатном карсте / Е. В. Шаврина // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 134–138.

**Шагинян С. М.** Особенности подземного ландшафта Ехегнадзорского и Иджеванского карстовых массивов известняков, выявленные в результате исследований 2013–2014 гг. / С. М. Шагинян, Г. Оганнисян // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 77–78.

**Шагинян С. М.** Сакральные подземные сооружения бассейна реки Гочанц (Арцах) / С. М. Шагинян // Спелеология и спелестология. К 170-летию Русского географического общества: материалы 6-й междунар. науч. конф. — Набережные Челны, 2015. — С. 164–167.

**Шакуров Р. К.** Сейсмоопасность районов развития карста (Республика Башкортостан) / Р. К. Шакуров // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 210–213.

**Шеховский Е. А.** Видовой состав рукокрылых в пещерах-штольнях на зимовках Ленинградской области / Е. А. Шиховский // Биологическое разнообразие как основа существования и функционирования естественных и искусственных экосистем: материалы Всерос. молодеж. науч. конф. — Воронеж, 2015. — С. 159–163.

**Шилова А. В.** Влияние перекрывающихся отложений на развитие карстовых форм (на примере с. Усть-Кишерть, Пермский край) / А. В. Шилова // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы Междунар. симпоз., Пермь, 26–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 351–355.

**Шилова А. В.** Влияние четвертичных отложений на развитие карстовых процессов на территории развития сульфатно-карбонатного карста / А. В. Шилова // Геология в развивающемся мире: материалы 8-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. — Пермь, 2015. — С. 140–143.

**Щербаков С. В.** Алгоритм принятия проектных решений при строительном освоении закарстованных территорий / С. В. Щербаков, В. Н. Катаев // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 214–222.

**Щербакова Т. И.** Капова пещера: новые данные о культурном слое и заново открытых палеолитических изображениях (по результатам полевых исследований 2004–2005 гг.) / Т. И. Щербакова // *Stratum plus: Archaeology and Cultural Anthropology*. — 2015. — № 1. — С. 103–124.

**Экба А. Я.** Изменчивость абиотических компонентов карстовых пещер при рекреационной нагрузке / А. Я. Экба, Р. С. Дбар, А. К. Ахсалба // Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных

информационных технологий: материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф. — Майкоп, 2015. — С. 252–261.

**Экзогенные геологические** процессы в береговой зоне Красноярского водохранилища / Е. А. Козырева [и др.] // География и природные ресурсы. — 2015. — № 2. — С. 83–90.

**Юргин О. В.** Высокоточная гравиразведка при изучении разуплотненных зон, обусловленных развитием карстово-суффозионных процессов / О. В. Юргин, П. Р. Афанасьев, М. В. Леоненко // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 139–143.

**Юшков Б. С.** Проблемы строительства автомобильных дорог на алевролитах / Б. С. Юшков, А. С. Сергеев, Ю. А. Филиппова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — 2015. — Т. 3, № 8-3 (19-3). — С. 123–130.

**Яковлев А. Ю.** Изучение особенностей проявления карста и обоснование проведения мониторинга на локальных участках трассы трубопровода / А. Ю. Яковлев, Е. А. Якушевский // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2015. — № 8. — С. 45–49.

**Cryogenic cave carbonates as an archive of Late Pleistocene permafrost in the Ural Mountains: preliminary results** / Y. Dublyansky et al. // *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 17, 2015. EGU2015-4095

**Escolano F.** The Finite Elements Method versus Traditional Methods? In the esmation of settlement and modulus of soil reaction for foundation slabs design on soils with karstic cavities / F. Escolano, C. Delgado, J. A. Ramirez // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 10–15.

**First results** on stable isotopes in fluid inclusions in cryogenic carbonates from Ural Mountains (Russia) / Y. Dublyansky et al. // *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 17, 2015. EGU2015-4061

**Kadebskaya O. I.** Mineral pellicles on the lakes surface of warm and cold zone in Kungur Ice cave / O. I. Kadebskaya, T. A. Kalinina, I. I. Chaykovsky // *Acta Carsologica*. — Postojna, 2015. — № 10/4. — P. 10–106.

**Kadebskaya O.** Staging in the hypergene transformation of sulphate and carbonate rocks (based on slide-rocks under organ tubes in Kungur Ice cave cave / O. I. Kadebskaya, I. I. Chaykovsky // *Acta carsologica* 44/2, Postojna 2015, p. 237–250.

**Lu Yaoru.** Comprehensive utilization of water resources and disaster prevention reduction to secure sustainable development / Lu Yaoru, Lui Qi // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 16–23.

**Milanovic P.** Problems of construction and operation of reservoirs in karst areas / P. Milanovic // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 24–29 мая 2015 г. — Пермь, 2015. — С. 24–29.

## АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

**Абдуллин Ш. Р.** Закономерности формирования разнообразия и синтаксономия цианобактериально-водорослевых ценозов пещер России и некоторых сопредельных государств: автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.02.01 / Ш. Р. Абдуллин; Башкир. гос. ун-т. — Уфа, 2015. — 35 с.

**Абрамова А. В.** Математические модели и методы оценки геодинамического риска для ландшафтно-территориальных комплексов: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / А. В. Абрамова; Воронеж. ин-т МВД России. — Воронеж, 2015. — 16 с.

**Баянов Н. Г.** Опыт экологического мониторинга карстовых и пойменных озёр в заповедниках России: на примере Пинежского и Керженского заповедников: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.02.08 / Н. Г. Баянов; Петрозавод. гос. ун-т. — Петрозаводск, 2015. — 59 с.

**Ковалёва Т. Г.** Методические основы оценки карстоопасности на ранних стадиях прогноза устойчивости территорий: на примере районов развития карбонатно-сульфатного карста Предуралья : автореф. дис. ... канд. геолого-минералог. наук: 25.00.08 / Т. Г. Ковалёва; Урал. гос. гор. ун-т. — Екатеринбург, 2015. — 21 с.

**Куклин А. И.** Совершенствование разработки залежей высоковязких нефтей в трещинно-каверно-поровых коллекторах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.17 / А. И. Куклин; Нац. минерально-сырьевой ун-т «Горный». — СПб., 2015. — 20 с.

**Никитин М. Ю.** Травертиногенез Ижорского плато в голоцене: автореф. дис. ... канд. географ. наук: 25.00.25 / М. Ю. Никитин; С.-Петербург. гос. ун-т. — СПб., 2015. — 23 с.

**Смирнова М. А.** Почвенные катены карстовых воронок: автореф. дис. ... канд. географ. наук: 25.00.23 / М. А. Смирнова; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. — М., 2015. — 24 с.

**Терентьев С. Э.** Определение характера насыщения флюидами зон поглощения промывочной жидкости в карбонатных постройках Тимано-Печорской провинции: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.16 / С. Э. Терентьев; Ухтин. гос. техн. ун-т. — Ухта, 2015. — 24 с.

*И. К. Трубина, Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова, В. Д. Бельтюкова*

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	5
<b>ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС ПЕЩЕР</b> .....	6
Яйкаров С. А., Кузьмина Л. Ю., Червяцова О. Я., Гарафутдинов Р. Р. Трассирование подземного водотока «ручей Тютюлена — пещера Кош — грифон Таравал» (Южный Урал).....	6
Морозов О.Н. Пещера Октокиткан (Бурятия).....	15
Баранов С. М. Исследование сифонов в пещерах Ашинского района Челябинской области.....	24
Мавлюдов Б. Р. О внутренних дренажных системах ледников и ледниковых щитов.....	34
Александров В. В., Исламгулов М. А. Описание пещеры Грандиозная им. В. А. Ануфриева.....	49
<b>ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕР</b> .....	56
Лаврова Н. В. Динамика оледенения в Кунгурской Ледяной пещере за 2011–2015 гг.....	56
Базарова Е. П., Клементьев А. М. Находка брушита в пещере Ботовская (Восточная Сибирь).....	62
Наумкин Д. В., Осетрова О. И. Кальцитовые минеральные образования пещер в фондах Музея карста и спелеологии ГИ УрО РАН (обзор коллекции).....	68
Максимович Н.Г., Бельтюкова В.Д. Натечные техногенные минеральные образования в бункерах Оберзальцберга.....	73
<b>ИСКУССТВЕННЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА</b> .....	77
Гунько А.А. Чегандинская пещера.....	77
Долотов Ю.А., Сохин М. Ю. Каменоломни Феодосийского шоссе в Керчи (Крым).....	81
<b>СПЕЛЕОТЕРАПИЯ</b> .....	83
Файнбург Г. З. «Соляная пещера» — артефакт всемирно-исторического значения, рожденный в Перми.....	83
<b>БИСПЕЛЕОЛОГИЯ</b> .....	101
Кондратьева Л. М., Полевская О. С., Коновалова Н. С. Растворение кальцита микробными комплексами пещеры Снежная (Абхазия).....	101
Дашко Р. Э., Алексеев И. В. Сталактиты в подземных выработках Яковлевского рудника.....	111
<b>ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР</b> .....	120
Баранов С. М. Первое комплексное спелеологическое исследование Игнатьевской и Лаклинской пещер на Южном Урале.....	120
Шутова Ю. Н., Губина Е. В., Кокшарова Д. М. Диссертации по карсту и спелеологии в фондах библиотеки Пермского государственного национального исследовательского университета.....	133
Свитнев В. И. Что есть пещера?.....	144
<b>ПОТЕРИ СПЕЛЕОЛОГИИ</b> .....	147
<b>РЕЦЕНЗИИ</b> .....	152
<b>СВЕДЕНИЯ О ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЯХ ПО СПЕЛЕОЛОГИИ И КАРСТУ</b> .....	153
<b>ХРОНИКА</b> .....	156
<b>БИБЛИОГРАФИЯ ПО КАРСТУ И ПЕЩЕРАМ 2015 г</b> .....	160

## THE CONTENTS

<b>FOREWORD</b> .....	5
<b>GEOLOGY AND GENESIS OF CAVES</b> .....	6
Yaikrov S. A., Kuzmina L. Yu., Cherviatsova O. Ya., Garafutdinov R. R. Tracing of Underground water in karst system «River Tjtjlini — cave Kosh — Taraval spring» (South Ural).....	6
Morozov O.N. The cave Oktokitkan (BURYATIA) .....	15
Baranov S. M. Study of siphons in caves of Asha Chelyabinsk region.....	24
Mavlyudov B. R. About internal drainage Systems of Glaciers and glacial Sheets .....	34
Aleksandrov V. V., Islamgulov M. A. Description of the Grandioznaya cave of V. A. Anufrieva .....	49
<b>DEPOSITS OF CAVES</b> .....	56
Lavrova N. V. Dynamics of the freezing in the Kungur Ice Cave for 2011-2015 .....	56
Bazarova E. P., Klement'ev A. M. The found of brushite in the Botovskaya Cave (Eastern Siberia).....	62
Naumkin D. V., Osetrova O. I. Calcit mineral formation of caves in the museum Karst and Speleology Mining Institute UB of RAS (an overview of the collection).....	68
Maksimovich N. G., Beltyukova V. D. The tecnogenic speleothems in a bunker Obersalzberg .....	73
<b>ARTIFICIAL UNDERGROUND SPACES</b> .....	77
Gunko A.A. Chegandinskaya cave .....	77
Dolotov Yu.A., Sokhin M.Yu. Quarries of Feodosia street, Kerch (Crimea) .....	81
<b>SPELEOTHERAPY</b> .....	83
Faynburg G. Z. «Salt cave» — the Artefact of World-Wide and Historical value which is given rise in Perm.....	83
<b>BIOSPELEOLOGY</b> .....	101
Kondrateva L. M., Polevskaya O. S., Konovalova N. S. Dissolution calcite by microbial complex in the Snezhnaya cave (Abkhazia) .....	101
Dashko R.E., Alekseev I. V. Stalactites in the Underground tunnels of the Yakovlevsky mine.....	111
<b>HISTORY OF CAVE INVESTIGATION</b> .....	120
Baranov S. M. First integrations research speleological Ignatievskaya and Laklinskaya caves (South Ural).....	120
Shutova J. N., Gubina E. V., Koksharova D. M. Dissertations on Karst and Speleology in Perm State University library .....	133
Svltnev V.I. What is the Cave?.....	144
<b>LOSSES OF SPELEOLOGY</b> .....	147
<b>REVIEWS</b> .....	152
<b>INFORMATION ABOUT SPELEOLOGICAL AND KARSTIC PERIODICALS</b> .....	153
<b>CHRONICLE</b> .....	156
<b>BIBLIOGRAPHY OF KARST AND CAVES FROM 2015</b> .....	160

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Авторов, направляющих статьи и сообщения в сборник «Пещеры» просим придерживаться следующих правил.

Принимаются статьи, краткие сообщения и информация о пещерах земного шара; о методах их изучения; о минералогии и геохимии пещер; спелеотерапии; археологии; охране и рациональном использовании подземных пространств; рецензии и сообщения о событиях и изданиях в области спелеологии и карстоведения, а также другие материалы, касающиеся пещер.

Требования к представлению текстов докладов:

**И.О. Фамилии авторов (Times New Roman 11, жирный)**

Интервал 1 строка

**Название организации**

**(Times New Roman 11, жирный, курсив)Интервал 1 строка**

**НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (TIMES NEW ROMAN 12, жирный)**

Интервал 2 строки

**И.О. Фамилии авторов на английском языке (TNR 11, жирный)**

Интервал 1 строка

**Название организации на английском языке (TNR 11, жирный, курсив)**

Интервал 1 строка

**НАЗВАНИЕ СТАТЬИ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ**

**(TNR 12, жирный) Интервал 1 строка**

**Summary (TNR 10, жирный)**

Краткая аннотация статьи на английском языке (TNR 10) не менее 300 знаков

Интервал 1 строка

Текст объемом до десяти страниц (с рисунками) должен быть представлен в готовом для публикации виде: набран в формате редактора Microsoft Word версии 6 или более поздних; шрифт — Times New Roman 12, normal, интервал между строками — одинарный. Поля: нижнее и верхнее — 1 см, правое и левое — 1 см. Абзацный отступ — 1 см. Переносы слов не допускаются. Страницы не нумеруются.

**ОРИГИНАЛЫ РИСУНКОВ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО РАЗМЕРА В ФОРМАТЕ .JPG ИЛИ .TIF СО СЖАТИЕМ И РАЗРЕШЕНИЕМ 300 DPI ДОЛЖНЫ БЫТЬ ТАКЖЕ ПРЕДОСТАВЛЕНЫ ОТДЕЛЬНЫМИ ФАЙЛАМИ.**

В числах вместо десятичной точки используется запятая. Для недопущения нежелательных отрывов в тексте (напр., инициалов от фамилии; числа от его наименования) следует использовать функцию «связанного пробела» (одновременное нажатие Shift-Ctrl-пробел). Список использованной литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 в порядке цитирования в статье. Статья должна быть передана в оргкомитет в электронном виде.

Подписи к рисункам (Times New Roman 10)

Рис.1. План и разрез пещеры

**Список литературы (Times New Roman 12, жирный)**

1. Турышев А. В. Особенности подземного стока и разгрузки трещинно-карстовых вод северной части Уфимского плато // Тр. Ин-та геологии УФАН. — Свердловск, 1962. — Вып. 2. — С. 48–53.

Редколлегия сборника принимает материалы до 1 сентября 2017 г. по адресу: 614990, Пермь, ГСП, ул. Генкеля, 4, Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета:

Николаю Георгиевичу Максимовичу — e-mail: nmax@psu.ru;

Кадебской Ольге Ивановне — e-mail: icecave@bk.ru.

*Научное издание*

## **ПЕЩЕРЫ**

Сборник научных трудов

Редактор Н. Г. Максимович  
Корректор С. Б. Русишвили  
Компьютерная верстка В. К. Бадалов

Подписано в печать 2016

Формат 60x84/16

Усл. печ. л. 12

Тираж 200 экз.

Редакционно-издательский отдел  
Пермского государственного университета  
614990. Пермь, ул. Букирева, 15

Типография ООО «Типограф»,  
г. Соликамск, Соликамское шоссе, 17

