

A photograph of a person wearing a white helmet and a blue jacket, crouching in a cave. The cave is filled with numerous stalactites hanging from the ceiling and large, smooth rock formations on the floor. The lighting is warm and focused on the person and the immediate surroundings.

# Пещеры

2013

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

# *Пещеры*

**Сборник научных трудов**

**Выпуск 36**

Пермь 2013

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 36**



ЕНИ



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 К.А. Горбуновой – ответственным редактором сборника «Пещеры» с 1979 по 1996 г.

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

Perm 2013

УДК 551.44  
ББК 26.823  
П 78

П 78 **Пещеры:** сб. науч. тр. / Естественнонауч. ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та. – Пермь, 2013. – Вып. 36. – 179 с.

ISBN 978–5–7944–1556–8  
ISBN 978-5-7944-2261-0 (Вып. 36)

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 2012 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, 2013 – Issue 36. – 179 p.

In the issue materials on geology, genesis, biotic complexes of caves, their protection are resulted. Reviews of editions on karst and speleology, the bibliography on a karst and caves for 2012 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 спелеологических 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), **Р. Лое** (Британская геол. служба, djlo@bgs.ac.uk), **Б.Р. Мавлюдов** (Ин-т географии РАН, bulatrm@bk.ru).

*Издание осуществлено при финансовой поддержке ООО «Природоохранные технологии», г. Пермь*

На лицевой стороне обложки – фото пещеры Trou des Cotes, на оборотной стороне – фото пещеры Nan sur Lesse, автор фото Пол Де Би (Paul De Vie), при поддержке клуба Авалон (Avalon).

ISBN 978–5–7944–1556–8  
ISBN 978–5–7944–2261–0 (Вып.36)

© ЕНИ ПГНИУ, 2013  
© Ги УрО РАН, 2013  
© Коллектив авторов, 2013

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

---

### FOREWORD

Настоящий и следующий годы богаты на юбилейные события, связанные со становлением карста и спелеологии в России. В 2013 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Николая Андреевича Гвоздецкого – карстоведа с мировым именем. Оценке его вклада в карстование посвящена статья В.Н. Андрейчука – одного из его талантливых учеников.

29 мая 2014 г. мы будем отмечать 110-летний юбилей основателя сборника «Пещеры», выдающегося российского геолога-карстоведа Георгия Алексеевича Максимовича.

В этом же году нас ждут и другие знаменательные даты. 100-летний юбилей научной и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летие со дня рождения В.С. Лукина. Мы будем приветствовать статьи и материалы, касающиеся этих знаменательных событий. Также принимаются статьи по традиционной тематике разделов, рецензии на издания по карсту и спелеологии. Статьи просим присылать до 1 июня 2014 г. Будем признательны, если вы будете способствовать пополнению библиографии карста и спелеологии за 2013 г.

ООО «Сталагмит-Экскурс», Горный институт УрО РАН и Пермский государственный национальный исследовательский университет в следующем году проводят Международную научно-практическую конференцию, целью которой является обсуждение проблем научного изучения и эксплуатации подземных пространств, управления, туризма и рекреации на закарстованных территориях.

Условия регистрации участников и правила оформления материалов докладов приведены на сайте: <http://www.mi-perm.ru/information/conference/icescave>

Приглашаем вас принять участие в данной конференции с 26 по 31 мая 2014 г. Мы будем рады, если вы сообщите эту информацию заинтересованным специалистам, занимающимся исследованиями закарстованных территорий и эксплуатацией пещер в мире.

На сайте Естественнонаучного института Пермского государственного университета (<http://nsi.psu.ru/cave/vipuski.html>) размещены полнотекстовые варианты выпусков «Пещер» с 1 по 34 номер и Спелеологический бюллетень Естественно-Научного института при Пермском государственном университете им. М. Горького.

# ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС ПЕЩЕР

---

---

## GEOLOGY AND GENESIS OF CAVES

**К.К. Пронин**

*Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,  
Одесса, Украина*

### НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ «МОРСКИЕ ПЕЩЕРЫ УКРАИНЫ»

---

**K.K. Pronin**

*Odessa I.I.Mechnikov National University, Odessa, Ukraine*

### SOME RESULTS OF SPELEOLOGICAL PROGRAM «SEA CAVES OF UKRAINE»

#### **Summary**

Scientific Speleological sports program "Sea Caves of Ukraine" was adopted in 2006. To the end of 2013 there are following interim results of "Sea program". The mainland coast of Ukraine from Romania to the Russian border has been entirely examined. The large part of the Crimea coast has been surveyed. In the south-west, coast survey has been conducted to the southern outskirts of Constanta in Romania. The coast in Bulgaria has been inspected selectively. In the eastern part, the coast from the Kuban delta to the southern part of Gelendzhik has been inspected. 24 speleological sites are allocated on the inspected coast. 364 sea caves have been documented. The largest known sea cave is Kipchak-2, having length of 250 m. 5 caves have a length exceeding 100 m.

Научно-спортивная спелеологическая программа «Морские пещеры Украины» была принята в 2006 г. [6]. Инициаторами выступили одесский спелеоклуб «Поиск» и кафедра общей и морской геологии Одесского национального университета им. И.И. Мечникова. Целью программы является комплексное изучение морских пещер. Поскольку термин «морские пещеры» достаточно распространённый, но не однозначный, разъясним, что нами понимается под этим термином и что является предметом изучения Программы.

В нашем представлении «морские пещеры» – это, скорее, географическое понятие, показывающее место расположения

полости, но не её генезис, состав вмещающих пород и возраст. Другими словами, это пещера, расположенная на современном морском берегу, на уровне моря, выше или ниже него. Пещеры, находящиеся в акватории моря, тоже, несомненно, являются морскими, но таковые нам пока не встречались. Понятия «пещера» и «грот» нами принимаются как тождественные в связи с запутанностью и неоднозначностью определений. Термин «пещера» употребляется в трактовке В.Н. Дублянского [1].

Чтобы внести систематику и единообразие, было принято решение объектами изучения считать полости протяжённостью 5 м и более. Полость протяжённостью 5 м, по нашему определению, является гротом, а меньших размеров – волноприбойной нишей, или просто нишей, если имеет иной генезис [6]. Морфометрические характеристики, по которым некоторые авторы предлагают отличать подземные формы от поверхностных, на практике нами не используются, так как, по нашему мнению, являются достаточно условными [4].

Практически во время полевых работ документируются полости, которые мы считаем объектами изучения Программы, а интерпретация этих объектов и использование этих материалов – дело последующих исследователей.

Неопределенным остается вопрос искусственных полостей, расположенных на морском берегу. Их довольно много, и они довольно разнообразны – от выходов дренажных штолен до бункеров береговых батарей. Последние хотя и имеют прямое отношение к морю, но находятся подчас в 1-1,5 км от береговой линии. Поразмыслив, мы приняли решение не заниматься общефилософскими проблемами, а вопрос о том, документировать такие объекты или нет, рассматривать только тогда, когда возникнет конкретная необходимость. В данном случае были применены соображения двух активных участников «Морской Программы»: П. Вержбицкого («Без фанатизма!») и Б. Матюшкина («Мы же общественники!»). Поэтому практическое изучение морских пещер продолжается успешно, а теоретические вопросы решаются по мере их постановки.

Закончив с формальной частью создания Программы, мы приступили к практическим действиям. (Кстати, за годы существования Программы, по мере её продления, учредители несколько раз менялись: ныне это Одесский национальный университет, УСА и Украинский институт спелеологии и карсто-

логии). Были собраны доступные литературные сведения по морским пещерам Украины. В создаваемый кадастр были внесены 32 объекта: 11 морских пещер Тарханкута, описанные в статье В. Попова и Ю. Шутова [3], 8 гротов острова Змеиный, упомянутые в статье К. Пронина [5], и еще 13 полостей, по которым удалось получить какую-то более или менее достоверную информацию.

Весной 2006 г. начались полевые работы. Практически они включали 3 этапа. Во-первых, осмотр берегов для выявления перспективных участков, где могут находиться морские гроты, и отсекающие участки, где их нет. Второе – работы по документации гротов на выявленных участках. И третье – уточнение и корректировка сведений по уже известным морским гротам (полостям). Было решено осмотреть все берега Чёрного моря в пределах Украины.

Первая экспедиция Программы состоялась в мае 2006 г. на мыс Аджиаск и на остров Березань. На мысу, в слоистых понтических известняках, на уровне моря был найден маленький 5-метровый абразионный грот ПН-154 [6]. Он и по сей день остаётся единственным гротом материкового берега Украины.

Поскольку базой Программы являлась Одесса, расположенная на морском берегу, то, естественно, детальные работы по осмотру берегов начались от города. Первые полевые выезды были лёгкими: до места исследования ездили на маршрутках и даже на трамваях и вечером возвращались домой. Потом, по мере возрастания расстояний, пришлось пересест на машины. Берега Одесской области протянулись на 243 км (не учитывая протяжённость берегов лиманов), и расстояние от Одессы до дельты Дуная составляет 165 км по прямой. Обследование всего побережья Одесской области было закончено только в конце августа 2008 г. И хотя были найдены известняковые обрывы, уходящие в воду, с большими волноприбойными нишами в них и даже небольшой водопад, падающий в море, ни одного грота найдено не было. Хотя, в подтверждение поговорки, что в Одессе есть всё, морские гроты в области всё же имеются, но на острове Змеином.

Продолжительность работ на побережье Одесской области означала, что на других участках берегов работы не велись. Уже в июле 2006 г. состоялся короткий выезд на мыс Фиолент, где был задокументирован красивый сквозной грот в юрских излившихся породах, носящий местное название Грот Дианы.

Тем же летом проводились детальные работы в гротах острова



Березань, давшие хорошие результаты [6]. Это была знаменательная находка Программы. Во-первых, эти спелеологические объекты не были до того известны. Во-вторых, это были настоящие морские пещеры, подтопленные морем, с несколькими выходами, имеющие довольно большие размеры, да ещё и выработанные в понтических известняках, что имело для нас, одесситов, в основном работающих в полостях, заложенных в понтических известняках, особый интерес. Здесь участники Программы, студенты-геологи Д. Пунько и А. Ощепков, приобретали опыт работы в морских пещерах. Здесь они впервые столкнулись со спецификой работы в морских обводнённых гротах – волнением моря. То, что на пляжах незаметно или воспринимается с удовольствием, в гротах становилось проблемой и оборачивалось серьёзной опасностью. При волнении всего 1,5 балла в гротах спелеологов так било о стены, что они не только не могли работать, но и получали серьёзные травмы, ударяясь о выступы.

Интересно, что в этих гротах первый и пока единственный раз мы столкнулись с существами, активно нападавшими на исследователей. Это были небольшие равноногие рачки, которые преобладающе кусались. За все остальное время работ на разных берегах Чёрного и Азовского морей такого больше не случалось.

Здесь же, на Березани, мы видели редкое зрелище, которое в сухопутных пещерах не увидишь. Во время сильного волнения ночью море светилось, и волны, попадая в гроты, вспыхивали ещё сильнее. Конечно, находиться непосредственно в гротах было невозможно, но входы в некоторые из них, видимые с береговых скал, выглядели просто сказочно. Мрачные чёрные проемы освещались водой, ярко светившейся голубым светом, кипящей от ударов о скалы.

В мае 2007 г. А. Букаренко проводила рекогносцировочную экспедицию в район Керчи, по северной части Керченского пролива и прилегающему побережью Азовского моря. На берегу Керченского пролива, южнее Керчи, велись работы также в августе 2007 г.

Летом того же года состоялись ещё две экспедиции в Крым – короткая вылазка на ЮБК, организованная А. Левченко, где он в районе Аю-Дага и Симеиза нашёл небольшие гроты, и крупная рекогносцировочная экспедиция по западному побережью Крыма под руководством А. Букаренко. В экспедиции участвовали 8 человек, использовавших резиновую лодку. Мы не поехали в

традиционное, всем известное место – Атлеш, а начали планомерный осмотр берегов от низин около Лебяжьих островов (с. Огни). По мере продвижения на запад обрывистые берега, образованные глинистыми отложениями, сменились скалами, и около с. Северное мы нашли первые небольшие гроты в меотическом известняке. Так был найден Северный спелеологический участок Северо-Тарханкутского карстового района. Это оказался довольно протяжённый и богатый гротами участок [9]. К западу берега становились всё выше, жёлтые меотические известняки сменились более плотными светло-серыми сарматскими известняками.

За пос. Межводное, расположенном на берегу Ярылгачской бухты, был выделен ещё один спелеологический участок – Панский [13]. Здесь уже были найдены гроты в сарматском известняке. Кроме небольших гротов, на Панском участке имеется большая, почти полностью рухнувшая пещера длиной метров 70 и шириной 10-15 м. От неё остались совсем незначительные фрагменты, но когда-то это была очень большая полость. Сейчас на её месте находится красивый узкий залив, глубоко врезаемый в низкую скалистую террасу и сохранивший очертания пещеры. Интересно, что второй подобный объект – рухнувшая крупная пещера, расположенная в сходных геоморфологических и геологических условиях, – был найден только в 2013 г. на побережье Болгарии, к северу от мыса Калиакра.

Постепенно продвигаясь в западном направлении, мы выделили ещё два спелеоучастка – Черноморский, расположенный западнее пос. Черноморское, и Джангульский в районе оползневого урочища Джангуль и мыса Прибойный. Это уже был настоящий Тарханкут, с высокими, до 20-30 м, скальными берегами, обрывающимися прямо в море. Здесь мы впервые встретили множество крупных морских гротов. Еще дальше, в районе Оленёвки, находится известнейшее место на Тарханкуте – окрестности Атлеша. Собственно, 11 известнейших пещер Тарханкута находятся на участке протяжённостью всего 5-6 км [10].

Нас поразили размеры гротов – сквозной арки на Атлеше высотой 11 м, сквозного туннеля Чуча, через который ходят катера. Особенно понравился и заинтриговал нас не описанный ранее, сложной формы грот на мысу Крокодил.

После беглого осмотра низких берегов, расположенных юго-восточнее, экспедиция переехала в Севастополь, по дороге

осмотрев берега в районе Николаевки, сложенные конгломератами и галечниками, и мыс Лукулл, сложенный гравелитами и песчаниками. Но тут были найдены только волноприбойные ниши.

В Севастополе мы осмотрели участки берега около Фиолента и на мысу Херсонес. На обоих участках были найдены многочисленные гроты и даже искусственные подземные сооружения.

В мае 2008 г. мы провели выезд на северный берег Азовского моря, в район Новоконстантиновки.

Таким образом, уже к 2008 г. были осмотрены разные типы берегов на разных участках побережья Украины. Километраж осмотренного побережья увеличивался, но морские гроты, кроме Крыма, нам не встречались.

В мае 2008 г. была предпринята небольшая экспедиция в Севастополь и Керчь. В обоих районах найдены небольшие гроты и выделены новые спелеологические участки. В Севастополе на южном берегу Гераклеяского полуострова был выделен Гераклеяский участок, протянувшийся с запада на восток от мыса Херсонес до Мраморной балки – места контакта, на уровне моря, сарматских известняков с юрскими вулканическими породами, в районе 2-го маяка по шоссе к мысу Фиолент. В Керчи выделен Керченский участок, расположенный на побережье Керченского пролива в районе крепости, и Юркинский участок – на побережье между с. Юркино на Азовском море и мысом Бакланий в Керченском проливе [11].

В конце лета начались планомерные работы на побережье Николаевской области. На некоторых участках морского берега было найдено много довольно крупных суффозионных пещер, но морских гротов в известняках не находилось.

Летом 2009 г. во время проведения осмотра берегов Днестровского лимана были найдены участки скалистого берега, обрывающиеся в воду, с большими волноприбойными нишами. Для берегов небольших закрытых водоёмов это была первая подобная находка.

Проводя работы в составе зоологической экспедиции Е. Годлевской, мы осмотрели участок побережья Азовского моря от российской границы до с. Широкино, где, к нашему удивлению, прямо на берегу обнаружили большие обнажения известняков. Ни в одном источнике мне не попадалась информация о выходах известняков на морском берегу в Донецкой области [11]. Попутно мы ознакомились с довольно крупной, ранее известной карстовой

пещерой, находящейся в том же районе в 2 км от берега.

Этим же летом была проведена специализированная экспедиция по изучению гротов Тарханкутского полуострова. 7 человек на микроавтобусе, оснащённые надувной лодкой, аквалангом и кислородным аппаратом (ребризером), две недели работали, документируя гроты Северного, Панского, Черноморского и Атлешского участков. Было задокументировано около 50 гротов.

Полевой сезон 2010 г. начался экспедицией в Севастополь. Небольшая, хорошо подготовленная группа провела работы на Гераклеяском участке, планомерно двигаясь от мыса Херсонес на восток. Общее количество гротов, задокументированных на этом участке превысило 20, в том числе был найден подтопленный грот протяжённостью 25 м с четырьмя выходами, названный Карбомер.

Летом продолжились планомерные работы по берегу моря и лиманов в Николаевской и Херсонской областях. Берега были обследованы до устья Днепра. Гротов не было обнаружено, зато было найдено несколько участков развития суффозионного карста с крупными (для районов суффозии) пещерами.

В июле провели традиционную экспедицию на Тарханкутский полуостров [12] – продолжили детальные работы на ранее выявленных спелеоучастках, включая Джангульский. Всего было задокументировано около 100 объектов, включая ранее известные крупные морские пещеры, в которых проводились контрольные работы. Так, были картированы ранее известные крупнейшие пещеры Джангульского участка, которые оказались в несколько раз больше по размерам, чем считалось. Пещера Громышайло с подводной частью достигла протяжённости 50 м. И наоборот, детальная съёмка пещеры Аквалангистов (старое название – пещера Тарханкутская-3), расположенной на Атлешском участке, даже после обнаружения в ней ранее неизвестного подводного участка длиной 21 м, показала протяжённость всего 131 м, вместо указанных в работе 1974 г. 150 м. Была картирована пещера Любви протяжённостью 101 м. На Северном участке самой крупной полостью стал грот Тезей (51 м), на Черноморском – грот Винфорт (63 м).

Экспедиция была очень результативной; в ней участвовали 11 человек, в большинстве профессионалы-геологи и гидробиологи, с тремя надувными лодками, аквалангами, компрессором [12]. Обработка материалов экспедиции заняла всю зиму и весну.

Осенью были проведены ещё два маршрута. С яхты осматри-

вались низменные берега в районе Кинбургской и Тендровской косы, и с машины – обрывистые, но сложенные глинистыми породами берега Азовского моря в Херсонской области (Новый Азов).

Полевой сезон 2011 г. начался экспедицией по северному побережью Азовского моря. После этой экспедиции весь северный берег Азовского моря в пределах Украины, был обследован. Выходы известняков на морском берегу Донецкой области наших надежд не оправдали. Грофов в них не оказалось, только крупные волноприбойные ниши.

В июле состоялась крупная экспедиция на Керченский полуостров, в восточный Крым и на Тарханкут. На побережье Керченского полуострова велись рекогносцировочные работы, в результате которых на северном берегу были выявлены 3 спелеоучастка – Акманайский, Китеньский и Казантипский [11]. В районе Акманая, кроме больших катакомб, нашлось ещё и множество небольших абразионных морских гротов в меотических известняках [8].

На Китеньском участке в рифовых мшанковых известняках были найдены более серьёзные полости, в том числе 2-ярусная карстово-абразионная пещера Мшанковая (ПК-380) протяжённостью 32 м, обнаруженная и задокументированная А. Левченко и В. Прониным. Она остаётся уникальной полостью и сейчас.

Работы в Казантипском природном заповеднике, несмотря на свою непродолжительность, тоже порадовали нас крупными и разнообразными гротами [12].

После Азовского взморья экспедиция переместилась на Чёрное море, в Опукский заповедник, где, благодаря помощи харьковских дайверов (руководитель И. Бармин), были проведены интереснейшие и результативнейшие работы по документированию гротов на Скалах-Кораблях, расположенных в 4 км от берега. На самом Опуке был задокументирован обводнённый грот ПК-395 протяжённостью 112 м [16]. Здесь был выделен Опукский спелеоучасток.

Дальше маршрут экспедиции пролегал в районе Феодосии, мыса Киик-Атлама и Меганомы. В юрских валунных конгломератах мыса Киик-Атлама были задокументированы оригинальные гроты и определён Двужкорный спелеоучасток. В остальных районах восточного Крыма, где проводились работы, гроты найдены не были.

Далее работа экспедиции была продолжена на Тарханкуте. Во

время разведки в юго-западном направлении, был найден ещё один спелеоучасток, похожий по строению на Атлешский, и тоже богатый гротами. Его назвали Уретским, по мысу Урет, в районе которого он находится.

Но основные работы шли на Атлешском и Джангульском участках [9]. Документировались подводные пещеры, такие как Тарзанка, являющаяся в настоящее время крупнейшей морской подводной пещерой Украины – 72 м, и Амфора, новая большая пещера с обширным воздушным куполом [2]. Был задокументирован и ряд других подводных и полузатопленных полостей.

Одной из интересных пещер была ПК-400 (Инесса). Вход в эту 4-ярусную пещеру протяжённостью 61 м находится в 9 м над уровнем моря, а дно нижнего яруса, всего в 3-х м. В пещере, не затронутой абразионными процессами, имеются красивые натечные образования, а ходы сохранили свою первоначальную форму. Это типичная гипогенная карстовая пещера.

Интересна и 2-ярусная пещера ПК-430 протяжённостью 43 м. Это тоже гипогенная пещера, имеющая сложную линзовидную форму. Нижний её ярус немного переработан абразией и затоплен морем. Вообще эта пещера похожа на описываемые в приключенческих фильмах и романах. Низкий вход через небольшой колодец; в дне верхнего яруса 2 провала-колодца, в одном из них озеро с чёрной водой, по извилистому проходу из озера можно выплыть в море; выход находится на глубине 1,5 м, и с поверхности не заметен.

Во время съёмки нижнего яруса у меня погас фонарь и в чёрной воде я увидел святающиеся голубым светом гребневиков диаметром 1,5 см – для пещер это необычное зрелище.

Работали мы и в Малом Блюдце (ПК-445) – подводной пещере с провалом на поверхности, где находится чудесное озерцо морской воды, со дна которого отходят 5 полностью затопленных ходов – два в открытое море, три в глубину массива; к сожалению, последние завалены большими камнями.

Экспедиция 2011 г. была столь же результативна, как и подобная ей экспедиция 2010 г. Причины результативности те же – опытные участники и хорошее оснащение. За это огромное спасибо спонсорам морских экспедиций, поскольку без них мы не смогли бы так эффективно работать. В этих экспедициях я, как руководитель, занимался только организацией исследований, об остальном не болела голова.

В сентябре этого же года прошла небольшая экспедиция в Севастополь. Работая вместе с севастопольским представителем Программы Б. Матюшкиным, мы выделили Карантинский спелеоучасток, расположенный по берегам севастопольских бухт [14], и продолжили работы на Гераклейском участке, где была найдена интересная палеокарстовая полость, позволившая пролить свет на некоторые аспекты образования морских гротов этого участка.

Новый 2012 г. начался с маршрута по западному Крыму. Были детально обследованы берега от Евпатории на юг, до Севастополя, и от Евпатории на север, до Окунёвки, включая побережье Донузлава. Правда, на этот раз гротов мы не нашли.

В июне состоялась неудачная поездка в Балаклаву. Великолепно снаряжённая экспедиция с дайверами высшей квалификации, которые должны были ответить на вопрос, существуют ли в Балаклаве глубоководные гроты, столкнулась с непреодолимой силой природы – штормом. Но на Тарханкуте был выделен ещё один участок – Марьинский, самый юго-восточный, с небольшими гротами и интереснейшим геологическим строением берегов.

В июле состоялась рекогносцировочная экспедиция в Болгарию. К этому времени стало ясно, что ограничиваться берегами Украины нельзя. Начала создаваться международная программа «Морские пещеры Чёрного моря», идею которой поддержали российские коллеги из Кубанского университета (А. Остапенко).

В Болгарии были проведены объёмные рекогносцировочные работы, но снова помешали шторма. Из 10 дней экспедиции 8 дней был шторм, иногда высота волн достигала 7-9 м. Работали мы на ровном, открытом участке берега в районе с. Тюленево, севернее мыса Калиакра. Морских гротов в этих местах оказалось больше, чем на Тарханкуте, но мы задокументировали только 9, что, впрочем, позволило выделить Тюленевский участок в составе Восточно-Добруджанского карстового района.

В августе прошла ставшая традиционной экспедиция в Севастополь, самая крупная из всех севастопольских экспедиций. И снова – шторма, не позволившие работать в полную силу. Но мы смогли, используя изрезанность берегов и переезжая с место на место, в зависимости от направления волн провести работы на Карантинском и Гераклейском участках Севастопольского карстового района и уточнить ранее известные сведения, позволившие выделить Фиолентовский и Восточно-Балаклавский

участки, где были документированы гроты в вулканических породах и юрских мраморированных известняках.

В мае 2013 г, уже в рамках международной комплексной спелеологической программы «Морские пещеры Чёрного моря» состоялась разведывательная экспедиция на берега Тамани и Кавказа. Были осмотрены берега Тамани до дельты р. Кубань, берега Керченского пролива и побережье до Геленджика. За всю экспедицию был найден только один небольшой грот ПР-530, в рифовых известняках мыса Панагия, на берегу Керченского пролива.

Но было очень интересно. Совершенно иное строение берегов и всё такое большое. Одно слово – Россия! Ну а то что не нашли гротов, так это впереди.

Летом были проведены кратковременные поездки на Атлеш, велись работы в его подводных гротах, были завешены работы на Марьинском участке и продолжены на Уретском.

В августе состоялась крупная международная спелеоэкспедиция «Тюленево-2013» на болгарское побережье. С нашей стороны в ней приняли участие 8 человек, с болгарской – 6 (руководитель Д. Добрев).

Работы в основном велись на Тюленевском участке, но проводились и в других местах. Так, было продолжено планомерное обследование берегов Чёрного моря в юго-западном направлении в границах Румынии от дельты Дуная до южных окраин Констанцы. Гроты не обнаружены, и условий для их возникновения здесь нет. Были также обследованы берега от Тюленево до границы с Румынией (вне границ спелеоучастка). Кроме того, осматривались берега в районе мыса Калиакра, и на юг от него к Варне, через города Каварну и Балчик. Разведочные выезды сделаны на южное побережье Болгарии, в район Созополя (южнее Бургаса) и к турецкой границе. Здесь в ультраметаморфических породах были найдены 2 небольших грота, информация о которых была задокументирована. А. Левченко провёл в одиночку разведочный выезд в Турцию, где на берегу Чёрного моря, в районе Босфора, нашёл и задокументировал грот, положив начало работам и на турецком побережье.

Всего за экспедицию было задокументировано 50 гротов, в том числе две известные в Болгарии морские пещеры Тюленьи, протяжённостью около 100 м каждая. Обработка полевых материалов экспедиции только началась и говорить о результатах



экспедиции рано.

На конец 2013 г. промежуточные итоги «Морской программы» следующие. Осмотрен весь материковый берег Украины от румынской до российской границы. Осмотрена значительная часть побережья Крыма. В юго-западном направлении осмотр берега проведён до южной окраины Констанцы в Румынии. Избирательно осмотрены берега в Болгарии. В восточной части осмотрены берега от дельты Кубани до южной части Геленджика, с небольшим пропуском в двух местах (рис. 1).

На всём осмотренном участке морского побережья выделено 24 спелеологических участка, из них 21 впервые. Документировано 364 грота. Всего, в кадастре морских гротов (пещер) насчитывается 373 объектов (включены только естественные полости).

Самой большой известной морской пещерой, является Кипчак-2, протяжённостью 250 м, расположенная в районе Судака [15]. Пять пещер имеют протяжённость более 100 м.



Рис. 1. Осмотренные и исследованные участки побережья Черного моря

Из этого большого количества полостей подводных – 12, и 6 полостей имеют подводные участки. Самая протяжённая подводная пещера – Тарзанка (72 м).

По значительной части задокументированных во время полевых работ полостей материалы ещё не обработаны. Перспективы для

изучения морских пещер огромны, учитывая, что работы проводятся на берегах 5 государств, три из которых являются участниками «Морской Программы».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дублянский В.Н. Спелеология / В.Н. Дублянский, В.Н. Андрейчук. – Кунгур, 1989. – 33 с.
2. Ковтун О. Морфолого-биологическая характеристика подводной пещеры Тарзанка (полуостров Тарханкут, Малый Атлеш) / О. Ковтун, К. Пронин // Спелеология и карстология. – № 6. – Симферополь, 2011. – С.53-66.
3. Попов В.Ф. Карстовые полости на побережье Тарханкутского полуострова в Крыму / В.Ф. Попов, Ю.И. Шутов // Пещеры. – Вып. 14-15. – Пермь, 1974. – С.99-104.
4. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. – Ташкент, 1983. – С.8-9.
5. Пронин К.К. Гроты острова Змеиный / К.К. Пронин /Деп. В УкрНИИНТИ 5.11.1989. № 2490-Ук 89./ – Одесса, 1989. – 15 с.
6. Пронин К. Пещеры и гроты северо-западного побережья Чёрного моря / К. Пронин // Спелеология и карстология. – № 5. – Симферополь, 2010. – С.63-75.
7. Пронин К. Морские гроты Тарханкутского полуострова / К. Пронин, Д. Пунько // Геотоксикологічний Вісник. – № 7. – Одесса, 2010. – С.2-3.
8. Пронин К.К. Морские гроты Акманайского спелеологического участка / К.К. Пронин, А.С. Левченко // Спелеология и спелестология: Сб. материалов II междунар. заочн. науч. конф. – Набережные Челны: НИСПР, 2011. – С.56-61.
9. Пронин К. Морские гроты Северного участка Тарханкута / К. Пронин // Спелеология и карстология. – № 6. – Симферополь, 2011. – С.12-24.
10. Пронин К. Гроты Азовского побережья Украины / К. Пронин // Спелеология и карстология. – № 7. – Симферополь, 2011. – С.65-78.
11. Пронин К. Морские пещеры Атлеша / К. Пронин. – Свет, 2011. – № 1(37). – С.72-86.
12. Пронин К. Морские гроты Тарханкутского полуострова / К. Пронин, Д. Пунько // Геотоксикологічний Вісник. – № 23. – Одесса, 2011. – С.2-3.

13. Пронин К.К. Обобщённая характеристика морских гротов Западно-Тарханкутского карстового района в пределах Северного, Панского и Черноморского участков / К.К. Пронин, П.С. Вержбицкий // Спелеология и Спелестология. Сб. материалов III междунар. заочн. науч. конф. – Набережные Челны: НИСПр, 2012. – С.55-60.

14. Пронин К.К. Морские гроты Карантинного участка Севастопольского спелеологического района / К.К. Пронин, П.С. Вержбицкий, Б.Э. Матюшкин // Спелеология и спелестология. Сб. материалов IV междунар. заочн. науч. конф. – Набережные Челны: НИСПр, 2013.

15. Шумейко А. Пещера Кипчак-2 / А. Шумейко. – Свет, 1998. – № 19. – С.14-15.

16. Goldina E.V. Grey seal *Halichoerus grypus* in the Black Sea: the first case of long-term survival of an exotic pinniped / E.V. Goldina [et al.] // Marine Biodiversity Records. – 2013. – Vol.6. – Т. 33. – P.1-6.

**Г. Ю. Ланской**

*Science Explorers, Avalon*

## **ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ СПЕЛЕОЛОГИЯ В БЕЛЬГИИ**

---

**G. Yu. Lansky**

*Science Explorers, Avalon*

## **THE AMATEUR SPELEOLOGY IN BELGIUM**

### **Summary**

39 years old, graduated from the Moscow State University, software engineer by profession, since 2005 live in Belgium. A cave diver and an amateur speleologist. Due to living almost in the center of Western Europe I have a happy opportunity to cave in Belgian and European caves. What started from an innocent curiosity turned out to be the real passion of my life.

Зачастую, когда речь заходит о пещерах Западной и Юго-Западной Европы, то Бельгия находится в тени своих знаменитых соседей, в первую очередь Франции. В специальной литературе

даже если и удастся найти хоть какое-нибудь упоминание о бельгийском карсте, то это, как правило, описание общего характера, не превышающее нескольких абзацев, максимум одной страницы.

На мой взгляд, такое невнимание совершенно неоправданно. На территории Бельгийского Королевства (общая площадь 30 528 км<sup>2</sup>), а если быть совсем точным, то на территории ее холмистой части Валлонии (общая площадь 16 845 км<sup>2</sup>) находятся тысячи пещер. Из них 72 – не менее 500 м длиной каждая. Общая длина этих 72 пещер составляет 119,18 км! Суммарная длина всех разведанных ходов самой длинной бельгийской пещеры Système Han-Belvaux составляет 10 693 м.

Ниже я привел таблицы с кратким описанием двадцати самых длинных и двадцати самых глубоких бельгийских пещер. И это только то, что известно на данный момент. По мнению некоторых бельгийских спелеологов, большая часть местных пещер еще ждёт своего первооткрывателя. Для примера, только нашим клубом Avalon, начиная с 1988 г., было открыто и исследовано 44 пещеры (список с кратким описанием можно найти здесь: <http://www.scavalon.be/avalonn1/av05.htm>). Общая длина этих пещер составляет более 16 км.

Прежде чем начать говорить о спелеологии в Бельгии, нужно, пожалуй, сказать пару слов о самой стране. Бельгия – это маленькое, сравнительно молодое по европейским меркам королевство, разделенное по территориальному и языковому признаку на три автономных региона:

1. Фландрия. Официальный язык – нидерландский. Местность в основном равнинная. Знаменита в первую очередь своими старинными фламандскими городами: Антверпен, Гент, Брюгге, Лёвен.

2. Валлония. Официальный язык – французский. Расположена в основном в холмистой местности (самая высокая точка Hautes Fagnes – 694 м). Все бельгийские пещеры находятся именно в этой части страны. В Валлонии есть небольшой автономный немецко-говорящий округ, в котором проживает около одного процента от общего населения. Немецкий язык, несмотря на очень небольшой процент его носителей, признан в качестве государственного.

3. Брюссель – имеет статус отдельного автономного региона. Столица Бельгии, Фландрии (официально не является частью Фландрии, но тем не менее является ее столицей) и еще по

совместительству один из политических центров Евросоюза. Официальные языки – нидерландский и французский, хотя на практике подавляющее большинство современных брюссельчан говорят по-французски или вообще по-арабски.

Любительская спелеология в Бельгии имеет более чем вековую историю, традиции и своих героев. В Королевстве существуют две независимые спелеологические федерации: Фламандское спелеологическое объединение и Бельгийское спелеологическое объединение.

### **Фламандское спелеологическое объединение (Verbond van Vlaamse Speleologen)**

Сайт – <http://www.speleovvs.be>. Нидерландскоязычная федерация, объединяющая 26 фламандских спелеоклубов. Помимо координации деятельности отдельных клубов Фламандское объединение поддерживает работу нескольких рабочих групп, специализирующихся на отдельных направлениях, таких как работа с молодежью, обучение, охрана пещер, безопасность и чрезвычайные ситуации, пещерный дайвинг, фото- и видеосъемки в пещерах, издание спелеожурнала.

Те, кого заинтересует деятельность конкретных групп, могут найти детальную информацию по каждому направлению на сайте федерации. Я же в свою очередь кратко остановлюсь на деятельности двух рабочих групп: занимающейся обучением спелеологов и редакции периодического издания.

Фламандское спелеологическое объединение предлагает своим членам целый ряд спелеокурсов, содержащих теоретическую и практическую подготовку, необходимую для спелеологов-любителей. Из них наиболее важными являются так называемые курс А и курс В.

Курс А дает минимальную теоретическую поготовку плюс ряд базовых практических навыков работы с веревкой. Длится курс шесть дней, обычно три выходных по два дня. Как правило, обучение проводится в одном из живописных замков в Валлонии. Курсисты живут и обучаются там же. По окончании курса – экзамен. Обычно такой экзамен представляет собой прохождение определенного маршрута в одной из местных пещер. Курсист должен продемонстрировать достаточные навыки владения веревкой. При успешной сдаче экзамена выдается сертификат А. Материал курса В повторяет материал курса А, но на более

продвинутом уровне.

Два раза в год выходит журнал на нидерландском языке – *Spelepes*. *Spelepes* предоставляет возможность опубликовать результаты исследований, выполненных в первую очередь фламандскими спелеологами. Тематически журнал делится приблизительно на пять более или менее постоянных разделов: исследования, посвященные бельгийским, европейским и неевропейским пещерам, погружения в пещерах и обсуждение различных научно-технических вопросов, связанных со спелеологией. Издание хорошо иллюстрировано, содержит большое количество фотографий, средний объем около 50 страниц. Мне не удалось найти информацию о тираже издания, но учитывая, что оно распространяется главным образом среди официальных членов Фламандского спелеологического объединения и частично среди членов Нидерландского спелеологического общества, не думаю, что тираж превышает несколько сотен экземпляров.

### **Бельгийское спелеологическое объединение (Union Belge de Spéléologie)**

Сайт – <http://www.speleoubs.be>. Франкоязычная сестра соответствующей Фламандской федерации объединяет 60 валлонских и брюссельских спелеоклубов, координирует деятельность бельгийских франкоязычных клубов, а также поддерживает работу нескольких комиссий, похожих на соответствующие рабочие группы во Фламандском спелеологическом объединении. Эта федерация также выпускает ежемесячный новостной листок и выходящий раз в три месяца небольшой журнал *SpéleoINFO*. Все издания доступны в электронном виде – <http://www.speleoubs.be/index.php/actualites/newsletter-ubs>.

Обе федерации, так же, как и конкретные клубы, тесно сотрудничают между собой. Большинство бельгийских пещер находятся под патронажем конкретных клубов, чаще одного клуба. На практике это означает, что для того, чтобы посетить ту или иную пещеру, нужно сперва связаться с данным клубом, получить разрешение на посещение и ключ от входа, либо договориться о совместном посещении пещеры. Вполне нормальной является практика, когда спелеологи из других регионов или стран обращаются в какой-нибудь местный спелеоклуб с целью посетить те или иные бельгийские пещеры.

Нижеприведенные таблицы взяты с официального сайта клуба

Avalon – [http://www.scavalon.be/avalonnl/cib\\_long.htm](http://www.scavalon.be/avalonnl/cib_long.htm). По указанной ссылке также можно найти более детальную информацию по этим и другим пещерам.

Таблица 1

Самые длинные Бельгийские пещеры

№	Название	Место	Длина (м)
1	Système HAN-BELVAUX	Rochefort, NAMUR	10693
2	Grotte de ROCHEFORT	Rochefort, NAMUR	6595
3	Système CHAWRESSE-VERONIKA	Esneux, LIEGE	5654
4	Souffleur de BEAUREGARD	Plainevaux, LIEGE	4864
5	Grotte de HOTTON	Hotton, LUX	4450
6	Réseau de WAERIMONT	Eprave, NAMUR	4400
7	Grotte de REMOUCHAMPS	Aywaille, LIEGE	3883
8	Réseau de FRENES	Profondeville, NAMUR	3837
9	Système WERON-DELLIEUX	Yvoir, NAMUR	3610
10	Chantoir de BERON-RY	Aywaille, LIEGE	3089
11	Système FAGNOULES-BUC	Awagne, Dinant, NAMUR	2969
12	Galerie des SOURCES	Houyet, NAMUR	2224
13	Système Fosse aux Ours - Trou du Muret - Trou de l'Hôtel	Rochefort, NAMUR	2200
14	Grotte du PERE NOEL	Rochefort, NAMUR	2115
15	Grotte des EMOTIONS	LIEGE	2092
16	Grottes de GOYET Nouveau réseau	Gesves, NAMUR	2000
17	Trou d'HAQUIN	Profondville, NAMUR	1954
18	Abri du Risous	Prov. de Namur	1800
19	Grotte SAINTE-ANNE	Esneux, LIEGE	1751
20	Système de BRETAYE	Durbuy, LUX	1726

Стоит сказать несколько слов о спелеодайвинге в Бельгии. Что касается естественных пещер, то у нас нет по-настоящему больших известных подводных пещер, сравнимых по размерам со знаменитыми французскими пещерными системами в провинции Лот или, скажем, с российской Ординской пещерой.

В Бельгии можно найти небольшие, как правило, не превышающие нескольких десятков, реже сотен метров по длине, узкие, хотя иногда и глубокие, легко замутиемые сифоны. Самый глубокий известный сифон в Бельгии: Résurgence d'Eprave, Rochefort (88 м).

## Самые глубокие Бельгийские пещеры

№	Название	Место	1	2	3	4
1	Trou BERNARD	Assesse, NAMUR	140	0	-120	-140
2	Grotte de ROCHEFORT	Rochefort, NAMUR	134	0	-72	-134
3	Grotte du PERE NOEL	Rochefort, NAMUR	128	0	-80	-128
4	Grotte de REMOUCHAMPS	Aywaille, LIEGE	110	62	0	-48
5	Syst?me HAN- BELVAUX	Rochefort, NAMUR	110	65	0	-45
6	Syst?me WERON- DELLIEUX	Yvoir, NAMUR	110	0	-106	-110
7	TROU DES NUTONS (B/Villers)	Profondeville, NAMUR	100	35	-64	-65
8	TROU-QUI-FUME	Dinant, NAMUR	99,6	1,4	-67,2	-99,6
9	Souffleur de Beaugard	Plainevaux, LIEGE	96	0	-96	—
10	R?surgence d'EPRAVE	Rochefort, NAMUR	90	2	0	-88
11	Chantoir de BERON-RY	Aywaille, LIEGE	88	0	-80	-88
12	Grotte PERSEVERANCE	Sprimont, LIEGE	87	2	-85	—
13	Grotte de la Merveilleuse	Dinant, NAMUR	86	29	-57	—
14	Douve aux Salamandres	Esneux, LIEGE	83			
15	Abime de COMBLAIN- AU-PONT	Comblain, LIEGE	82	0	-72	-82
16	R?seau de FRENES	Profondeville, NAMUR	81	25	-56	—
17	Chantoir de Rost?ne	..., NAMUR	81	0	-81	—
18	Syst?me CHAWRESSE- VERONIKA	Esneux, LIEGE	80	0	-80	—
19	Syst?me Fosse aux Ours - Trou du Muret	Rochefort, NAMUR	80	13,1	-54,8	-67,1
20	Trou de l'EGLISE	Yvoir, NAMUR	78	0	-78	—

Колонка 1 – амплитуда между уровнями (м), колонка 2 – самая высокая точка над входом (м), колонка 3 – самая низкая точка под входом, достижимая без погружения с аквалангом (м), колонка 4 – самая низкая точка под входом, достижимая при погружении с аквалангом (м).



Погружение в этих сифонах – удел весьма небольшой группы самоотверженных спелеодайверов. Несмотря на весьма ограниченное число спелеологов, отваживающихся на подобного рода исследования, спелеодайвинг в Бельгии имеет свою более чем пятидесятилетнюю, захватывающую, подчас драматичную историю. Легендарные имена, громкие прорывы... Всех желающих поподробнее ознакомиться с данной темой могу отослать к известной среди бельгийских спелеодайверов книге «Plongeurs de l'ombre», автор Jean-François Manil.

Отдельного упоминания заслуживают бельгийские заброшенные шахты. Их счет идет на сотни. В прошлом в них добывали известняк, черный мрамор, уголь, фосфаты и т.п. Мне точно известно, что в Бельгии существует, по крайней мере, одна ныне заброшенная шахта, в которой когда-то добывали золото.

Тех, кому интересна детальная систематизированная информация по этому вопросу, могу отослать к знаменитой в определенных кругах книге «Inventaire de quelques anciennes mines et carrières souterraines de Wallonie, essai d'archéologie minière», автор Michel Caubergs. Эта книга доступна в электронном виде по адресу <http://tchorski.morkitu.org/13/michel-caubergs.htm>. На этом же сайте (<http://tchorski.morkitu.org>) есть ряд статей и весьма впечатляющих фотоальбомов, посвященных европейским, в том числе и бельгийским шахтам.

Не такое уж малое количество бельгийских шахт частично или полностью затоплено, что делает их излюбленным местом для погружений среди местных, да и не только местных, пещерных дайверов. В некоторых затопленных шахтах практически идеальная видимость сочетается с причудливым лабиринтом многокилометровых (да-да, я не оговорился, многокилометровых) просторных ходов. В Бельгии есть шахты, которые по красоте и размеру могут поспорить со знаменитыми французскими подводными пещерами. Некоторые скелеты динозавров, находящиеся ныне в Брюссельском музее естественной истории, были в свое время найдены именно в этих шахтах.

К слову сказать, бельгийские пещерные дайверы крайне неохотно делятся информацией о местах своих погружений. Нигде в Интернете вы не найдете их подробных описаний. Может, за исключением пары самых известных. Некоторые шахты – это поистине удел небольшой группы посвященных, ревниво оберегающих свою тайну.

Понять людей можно. Как только место станет доступно широкой публике, то вдруг окажется, что шахта или, по крайней мере, вход в нее находится на частной территории. И хозяин отнюдь не горит желанием видеть на своей земле странных людей, таскающих под землю тяжелое оборудование. Либо земля муниципальная, но местное начальство совсем не в восторге от того, что какие-то подозрительные люди совершают несанкционированные проникновения и погружения.

Существует также опасность, что привлеченные чрезмерной популярностью, в такие места начнут приходить дайверы, не имеющие пещерной подготовки. Конец у таких погружений может быть самый печальный. Я могу рассказать массу анекдотичных и не очень историй, когда погружения в местные шахты заканчивались в полицейском участке, о веревках для спуска, перерезанных не в меру ревнивыми чиновниками, о конфискованном оборудовании. Могу рассказать печальную историю о двух чересчур любопытных дайверах, не обладавших соответствующей подготовкой, нырнувших без ходовика в простенький 150-метровый туннель без ответвлений и не смогших найти выход. Поверьте, бельгийские пещерные дайверы имеют достаточно оснований хранить свои секреты.

Таким образом, несмотря на ограниченные возможности для дайвинга в естественных пещерах, пещерный дайвинг как таковой весьма развит в Бельгии. Бельгийские шахты позволяют проводить сертифицированное обучение и последующие погружения, интересные как для начинающих, так и для опытных дайверов. В Бельгии и Нидерландах достаточно большим тиражом выходит известный среди любителей дайвинга журнал *Duiken* (Дайвинг) на нидерландском языке. Редко какой номер обходится без статьи, посвященной погружениям в той или иной пещере или шахте, в том числе и в Валлонии.

# ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕР

---

---

## DEPOSITS OF CAVES

Ю.И. Степанов, О.И. Кадебская, А.А. Тайницкий, А.В. Кичигин

*Горный институт УрО РАН*

### ИЗУЧЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЬДА В ПЕЩЕРЕ ЕРАНКА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

---

Yu.I. Stepanov, O.I. Kadebskaya, A.A. Tainitskiy, A.V. Kichigin

*Mining Insitute of UB RAS*

### STUDY OF MULTI-YEAR ICE IN THE CAVES ERANKA (NORTHERN URALS)

#### Summary

The uniqueness of cave ice study lies in characteristic and simulation of continental climate and predictability of its changes. In this study carried out GPR studies in a remote cave Eranka. The aim of the study was to examine the power and homogeneity of perennial ice formations. According to the results of the first defined power multi-year ice. Monitoring of modern mineral formation process (including study of cryogenic minerals)

Пещера Еранка расположена на территории Средневишерского района карбонатного карста Западно-Уральской складчатой зоны. Вход в пещеру находится на высоте 20 м на склоне юго-восточной экспозиции, в 350 м от устья р. Еранка, левого притока р. Березовой.

Общая длина пещеры составляет 500 м [2]. Это самая большая по длине пещера, расположенная в долине р. Березовой.

Вход имеет треугольную форму и следующие размеры: высоту 2,5 м и ширину 6 м. В первом гроте на расстоянии 15 м от входа находится многолетняя наледь, которая вертикальной ступенью (высотой 2 м) спускается в нижнюю ровную часть грота. Из ледяной части грота узкий наклонный ход длиной 20 м ведет в большой грот, где высота свода достигает 8-10 м.

**Методика исследований** включала георадиолокационную съемку в теплый период года (август 2013 г.) и минералогические исследования выявленных минеральных прослоев.

Целью данных исследований было определение геометрических характеристик многолетней наледи в п. Еранка при помощи георадарных исследований и выявление условий формирования криогенных минералов в ледяной толще.

Принцип действия аппаратуры радиолокационного зондирования (в общепринятой терминологии – георадара) основан на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства [3].

Изучение мощности льда и границы *лед – подстилающая порода*, является одним из наиболее благоприятных вариантов георадарных исследований с точки зрения физических предпосылок, а именно: высокое удельное электрическое сопротивление (УЭС) и низкая диэлектрическая проницаемость. Георадиолокационные исследования проводились аппаратурой «ОКО-М1», антеннами АБ-250 с центральной частотой 250 МГц и АБ-1700 с центральной частотой 1700 МГц, по системе профилей (рис. 1), пространственное расположение которых в большей степени было predeterminedено геометрией пещеры и доступностью участков для исследования.

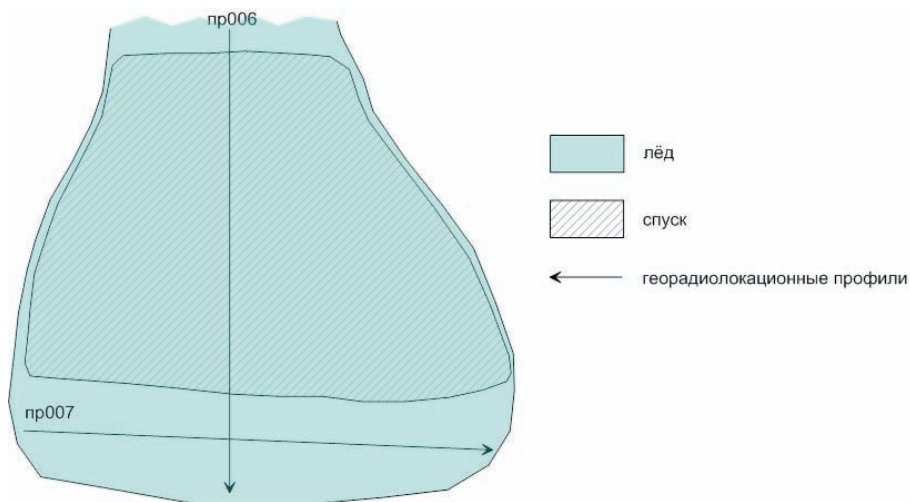


Рис. 1. Расположение профилей в гроте с многолетним льдом в п. Еранка

Для определения химического состава льда с помощью ледобура была отобрана проба от поверхности до глубины 1 м. Минеральная составляющая отфильтровывалась из оттаявшего льда, объем которого составлял 3 дм<sup>3</sup>. Исследование морфологии и химического состава проводилось на сканирующем электронном микроскопе VEGA 3 LMN с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350/X-max 20 в Горном институте УрО РАН (аналитики Е.П. Чиркова, О.В. Коротченкова).

### Результаты исследований

Относительная диэлектрическая проницаемость льда определена по годографам рефрагированных волн на радарограмме и равна 3,5 м. Длина профиля 006 составила 18 м, располагается в меридиональном направлении. На рисунке качественно прослеживается граница двух сред: лед – порода. Видно плавное изменение ледяной толщи от первых десятков сантиметров в начале профиля до трех метров в центре и около одного метра в конце профиля, также видно, что ледяной массив заполнен обломочным материалом. Длина профиля 007 составила 12 м, он располагается в широтном направлении. Мощность ледяной толщи изменяется от 1 до 3 м (рис. 2, 3). Характер волновой картины на пикетах 0 – 3 м и 5 – 8 м характеризуется, вероятно, наличием обломочного материала.

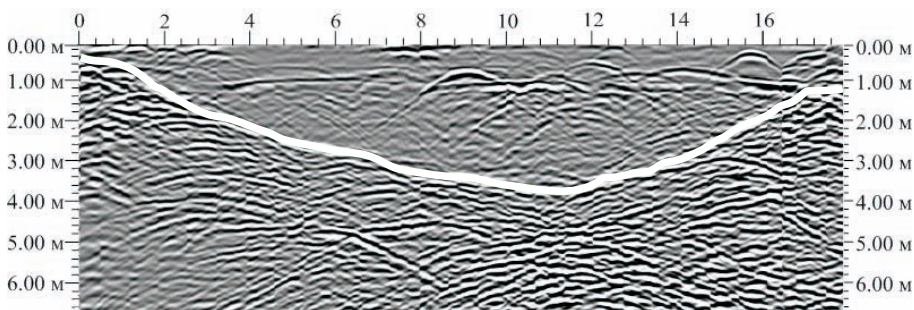


Рис. 2. Радарограмма по профилю 006

Химический анализ льда, выполненный в лаборатории ГГР ГИ УрО РАН (аналитик Н.В. Быкова), показал его низкую минерализацию (141,76 мг/дм<sup>3</sup>) и принадлежность к гидрокарбонатному кальциевому типу (табл.).

Низкая минерализация льда связывается с образованием наледи из талой воды, поступающей в весеннее время преимущественно через вход пещеры.

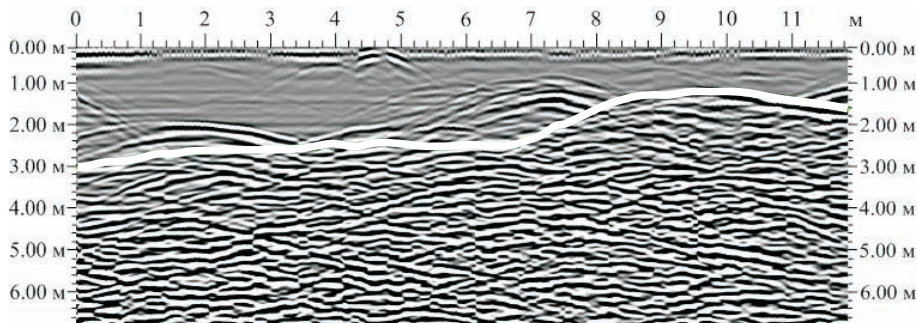


Рис. 3. Радарограмма по профилю 007

Таблица

Химический состав льда

№ скв.	Минерализация мг/дм <sup>3</sup>	рН	Содержание, мг/дм <sup>3</sup> , моль/дм <sup>3</sup> , % мг-экв					
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>2+</sup>
1	141,76	7,82	95,93	1,58	7,56	25,78	1,22	9,68
			1,57	0,04	0,16	1,29	0,10	0,39
			44,31	1,26	4,44	36,25	2,83	10,92

Минералогический спектр криоматериала из наледи показал, что минералы представлены различными фазами карбоната кальция (рис. 4).

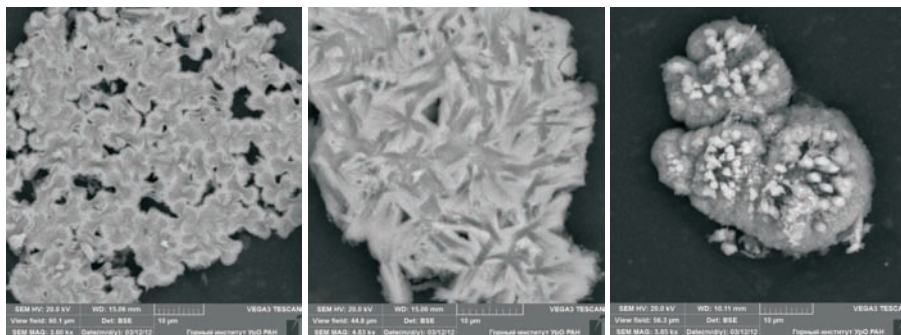


Рис. 4. Кристаллы икаита фуллярного строения (слева и в центре) и обрастание икаита, имеющего сферолитовую форму кальцитом (справа)

Проведенные исследования в пещерах показали, что при помощи георадара можно детально исследовать ледяные отложения пещер и выявлять зоны, где осаждались минеральные вещества.

Показано, что прирост многолетнего льда происходит за счет поверхностных вод, поступающих в весенне-летнее время через вход пещеры.

В процессе накопления льда формируется слой криогенной «муки», сложенной сезонным икаитом, сменяющимся в процессе поступления новых растворов (и перекристаллизации льда?) кальцитом.

В п. Еранка зафиксировано наибольшее разнообразие морфотипов икаита по сравнению с другими пещерами Северного, Среднего и Южного Урала [1].

*Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ № 11-05-96014-р\_урал\_a «Разработка методики георадарных исследований подземного льда в пещерах».*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кадебская О.И. Криогенные образования карбонатных пещер Урала / О.И. Кадебская // Стратегия и процессы освоения георесурсов: материалы ежегод. науч. сес. ГИ УрО РАН по результатам НИР в 2011 г. – ГИ УрО РАН. – Пермь, 2012. Вып. 10. – С. 13-15

2. Пещеры Поволжья, Урала и Приуралья: Статистический справочник. – Набережные Челны: НГПИ, 2010 – 71 с.

3. Старовойтов А.В. Интерпретация георадиолокационных данных / А.В. Старовойтов // Учебное пособие – М.: Издательство МГУ, 2008. – 192 с.

**Б.Р. Мавлюдов**

*Институт географии РАН*

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИЗОТОПНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ НАТЕЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕР  
ДЛЯ ХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ**

---

**B.R. Mavlyudov**

*Institute of Geography RAS*

**ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF  
IZOTOPIC INVESTIGATIONS OF SPELEOTHEMS  
FOR CHRONOLOGICAL PURPOSES**

**Summary**

The review of the publications concerning dating and studying of stable isotopes in speleothems, methodology of selection and preparation of the samples, the used techniques, history of increase of accuracy of measurements is presented. Possibilities of the analysis of O and C isotopes and receptions of the climatic information are analyzed. Increasing of measurements accuracy (practically, to annual) does archives of paleoclimatic information which have been written down in stalagmites of caves irreplaceable not only for specification of chronology of paleo events but also they can be used as tests in global climatic models.

**Введение**

Современная наука имеет большую потребность в надежных палеоклиматических архивах, которые обладают высоким разрешением для континентальных обстановок. Использование их необходимо не только для проверки и подтверждения глобальных (планетарного масштаба) циркуляционных моделей (GCMs), а также исследования возможных причин ускорений и отставаний в различных компонентах климатической системы. Натечи пещер имеют огромный потенциал данных и могут служить именно такими палеоклиматическими архивами. Сталагмиты могут воспроизвести запись ключевых показателей изменчивости климата (средняя годовая температура, вариации жидких осадков, изменения атмосферной циркуляции и реакцию растительности) по множеству параметров, поддающихся измерению. Основными параметрами являются: соотношение стабильных изотопов,



межгодовые изменения толщины нарастающих слоев кальцита, поступающих (просачивающихся) с поверхности земли, значит, в их толще зашифрован сигнал о поверхностных условиях. Исследование содержания изотопов кислорода из сталагмитов позволяет оценивать температуру в пещере в прошлом, а изучение содержания изотопов углерода в слоях сталагмита дает представление о характере растительности над пещерой. Если к этому добавить, что сталагмиты, как и деревья, имеют годовые слои, размер которых зависит, в том числе, и от внешних условий, то становится ясным, что в сталагмитах запечатлена ценная палеоклиматическая информация. Мало того, считается, что разрешение данных, запечатленных в сталагмитах, очень высокое.

На особенностях использования натек в пещерах для палеогеографических построений мы и остановимся. В статье рассмотрены самые общие принципы использования сталагмитов для палеогеографических целей, почерпнутые из имеющейся литературы. В основу статьи положены обзоры статей по этой тематике [21, 28, 46, 55], сборники статей и материалы совещаний, посвященных этой тематике [6], диссертации [49, 58, 65], некоторые отдельные статьи [1, 2, 64 и др.], базы данных [5] и результаты их обработки [56].

### **Почему сталагмиты?**

Почему в подавляющем числе публикаций для получения палеогеографической информации из пещер используются именно сталагмиты, а не другие отложения пещер? Это происходит потому, что сталагмит – это не площадное, как, например, натечная кора, а «точечное» образование, которое имеет локализованное водное питание (а не размазанное, как у натечной коры), которое растет непрерывно (или почти непрерывно) на протяжении длительного времени. При этом в верхней части сталагмита имеется субгоризонтальная площадка, делающая осевую часть сталагмита как бы керном, взятым из натечной коры, в котором видны все годовые слои. Такого преимущества не имеют сталактиты, у которых все слои наклонные или даже почти вертикальные. При этом годовые слои сталагмитов несколько толще, чем у сталактитов. В слоях сталагмитов запечатывается некоторое количество воды в виде водных включений, которая также используется для изотопных исследований. Не последнее значение имеет и то обстоятельство, что изъятие сталагмита из пещеры

технически проще, чем бурение скважин в натечных корках пещер. изменения скорости роста, изменения соотношений микроэлементов, содержание органических кислот, количество пыльцы и спор, и их происхождение.

Мы остановимся на использовании устойчивых изотопов в натечках пещер в качестве палеоклиматических индикаторов и, прежде всего, обратим внимание на данные по изотопам кислорода, в то время как данные по изотопам углерода обычно привлекаются только тогда, когда они помогают в палеоклиматических интерпретациях.

Конечно, некоторые нерешенные проблемы еще остаются, но с каждым годом увеличивается понимание взаимодействий между составными частями системы, которые подкрепляют позиции интерпретации изотопов кислорода в натечках пещер (например, выявление источников изотопов и их эволюции в гидрологической системе, изменение соотношений изотопов при просачивании через зону аэрации).

Анализ литературы, которая посвящена вопросу изотопных исследований натечных отложений пещер (главным образом пещер), показывает, что в последнее время количество публикаций по данному вопросу увеличивается, что говорит о возрастающей популярности этой темы. Связано это с тем, что слоистые натечки пещер в настоящее время являются одним из немногих архивов палеоклиматической информации, которые характеризуют континентальные территории. Для океанов таким архивом являются донные отложения, которые распространены если не повсеместно, то очень широко. Для континентов архивами могут быть в областях оледенения слоистые льды ледниковых шапок и ледниковых щитов (горные ледники, Антарктида и Гренландия), а вне зон оледенения – озерные отложения, натечки пещер и толщи рыхлых отложений в прогибах земной коры. Методика выделения палеогеографического данных для последнего случая еще не разработана. Для палеотемпературных реконструкций используются также данные по температуре в глубоких скважинах [13], которые дают общую картину распределения температур в прошлом, но пока не имеют хорошего разрешения.

Чем же так привлекательны натечки пещер для палеогеографов? Дело в том, что натечки пещер растут в довольно стабильных условиях, их можно датировать U-Th методом, который показывает, что сталагмиты и натечные корки могут иметь возраст многие

тысячи и сотни тысяч лет. При этом сталагмиты растут за счет вод.

Несколько слов стоит сказать об этической стороне отбора образцов. Без сомнения, при отборе сталагмитов для научных исследований пещеры страдают. Без сомнения, в любом случае отбора образцов нужно руководствоваться принципом нанесения наименьшего вреда пещерам. Это означает, что отбор образцов должен происходить так, чтобы это не сказалось (или минимально сказалось) на облике пещеры. Один из возможных путей – это изъятие образцов при оборудовании пещер для экскурсионных целей. Другой путь – использование только упавших сталагмитов, что, к сожалению, не всегда приемлемо для научных исследований. В любом случае стоит избегать отбора множества образцов. В литературе, в частности, обсуждается вопрос о том, что недопустимо изымать повторные образцы из одной пещеры, а вместо этого необходимо более комплексно использовать данные, которые можно получить с одного сталагмита, а именно: абсолютные датировки, толщина слоев, петрографическое строение слоев, содержание редких элементов, жидких включений и др. [46]. При этом в качестве аргумента такого подхода приводится не только этическая сторона дела, но и необходимость использования фонда сталагмитов для исследований в будущем.

К тому же, как показала практика, изъятие сталагмита из пещеры наносит ее облику меньше вреда, чем высверленная дыра в натечной коре.

Не надо также забывать, что для исследований обычно используется одна половина сталагмита, распиленного вдоль. Из нее, собственно, и отбираются пробы. При этом вторая половина может сохраняться в качестве архива данных и по мере необходимости использоваться для исследований неразрушающими методами (существующими или новыми экспериментальными).

### **Методика**

Итак, мы имеем половинку сталагмита. Первое, что нужно сделать для получения палеогеографической информации из сталагмита, это необходимость датировать имеющиеся в нем слои. Если мы использовали живой сталагмит, то у нас есть начало отсчета – свежие слои, которые сформировались в настоящее время. В принципе, по имеющимся слоям мы можем определить возраст любой точки сталагмита. Это так только в одном случае,

если мы уверены, что сталагмит рос непрерывно и перерывов в его росте не было. К сожалению, не всегда перерывы в росте сталагмита видны, но даже если и видны, то их продолжительность мы определить не можем. Поэтому нам нужно датировать отдельные участки сталагмита, чтобы выяснить возраст его нижних слоев. Тут может помочь исследование стабильных изотопов.

Систематические исследования стабильных изотопов в натеках пещер начались во второй половине XX в. [35, 63], но их развитию мешала необходимость использования больших навесок образцов (около 10 г) для выполнения альфа-спектрального датирования по урановым сериям. Поскольку плоская часть слоя в сталагмите невелика, то приходилось брать на датировку образец, в котором в один одновозрастный слой как бы объединялись многие десятки, а иногда и сотни годовых слоев. Использование термоионизационной масс-спектрометрии (TIMS) методов для измерений соотношений изотопов урановых серий позволило повысить точность определения возраста почти в 10 раз при размере образцов почти в 10 раз меньше [20, 40].

Использование плазмо-ионизационной магнитно-секторальной масс-спектрометрии (PIMMS) привело к очередному уменьшению размеров образцов и повышению аналитической точности [57]. Предполагается, что эти приборы в недалеком будущем смогут использоваться для датировки и голоценовых сталагмитов с низким содержанием радиоактивных элементов. Использование этого метода ставит натеки пещер в более выгодное положение по сравнению с другими континентальными палеоклиматическими архивами, потому что они могут быть датированы фактически в календарных годах с точностью около  $\pm 0,5\%$  ( $2\sigma$ ). Таким образом, можно миновать калибровку и проблему бассейновой поправки, которые необходимы при использовании радиоуглеродных датировок и которые затрудняют использование других континентальных климатических архивов. Уже сейчас архивы палеогеографических данных натеков пещер все шире используются для детализации хронологии других архивов, таких как данные, полученные из Антарктических и Гренландских ледяных кернов. Это оказалось возможным потому, что и в тех, и в других архивах отмечается синхронность основных сдвигов для изотопов кислорода для событий в раннеголоценовое и позднеледниковое время, таких как осцилляции Дансгора – Эшгера (D/O) [33, 45, 59, 66].

В палеогеографических исследованиях очень важным моментом является скорость роста сталагмитов. Исследования показывают, что скорости роста для разных сталагмитов и одного сталагмита в разные периоды его существования изменяются в широких пределах (по крайней мере на два порядка величины в диапазоне 0,01-1,0 мм/год) и зависят от целого ряда факторов, таких как температура окружающей среды и концентрация иона кальция в каплюющей воде [9, 31, 32]. Таким образом, оказывается, что временной интервал, представленный в индивидуальных образцах для измерений стабильных изотопов, зависит от скорости роста конкретного пещерного натека, выбранного для анализа. Если мы воспользуемся обычным методом отбора образцов из сталагмитов, то есть с использованием бормашины, которая способна обработать образец толщиной 0,5 мм, то временной интервал, покрываемый измерениями стабильных изотопов, может колебаться от нескольких лет до нескольких десятилетий. Поэтому при использовании такого метода для обнаружения коротких климатических событий и выявления мало амплитудных климатических сигналов наиболее пригодны быстро растущие натёки пещер. В натёках пещер с малой толщиной годовых слоев может произойти сильное затухание изотопного сигнала, в результате чего значительные, но непродолжительные климатические события, такие как существенное похолодание 8200 лет назад, могут быть попросту утеряны [45, 46]. Иными словами, мы сможем получить оптимальные климатические данные по сталагмитам, если мы сможем получить информацию по стабильным изотопам с каждого конкретного слоя натека. А еще лучше было бы, если бы смогли взять несколько последовательных образцов из одного слоя.

Поэтому исследования стабильных изотопов натёков пещер в течение прошлых десятилетий были направлены на улучшение метода отбора образцов для анализа изотопов O и C, которое бы привело к пространственной, и поэтому временной детализации результатов. В работе [45] было описано использование для изучения сталагмитов системы лазерно-абляционной масс-хроматографической масс-спектрометрии соотношения изотопов (LA-GC-IRMS) с 25-ваттным углекислотным лазером с тепловым выпуском CO<sub>2</sub> лазерными взрывами продолжительностью 400 миллисекунд. Используя систему прямого и обратного профилирования вдоль центральной оси роста голоценового стала-

гмита (образец *СС3*), исследователи достигли разрешения отсчетов в 250  $\mu\text{м}$ . Анализ стандартов дает подобные значения для  $\delta^{13}\text{C}$ , полученные обычным кислотным вывариванием, но в этом случае значения  $\delta^{18}\text{O}$  оказываются систематически заниженными на 0,002. Повторные исследования стандартов позволяют улучшить изотопные данные на 0,1‰ для  $\delta^{13}\text{C}$  и на 0,2‰ для  $\delta^{18}\text{O}$ . После коррекции на 0,002 лазерные данные точно воспроизводят сигналы первого порядка для ранее опубликованных данных по изотопам  $\text{O}$  для этого пещерного натека, сделанным с более грубым разрешением [44]. Пространственное разрешение, полученное этим методом, имеет четырехкратное улучшение по сравнению с обычным бормашинным методом, но при этом получение и накопление данных происходит быстро и автоматизировано, что дает большие преимущества перед обычными исследованиями (не говоря уже о сохранности образца для других неразрушающих технологий исследований).

Чтобы улучшить пространственное разрешение отбора образцов, были использованы различные подходы к технике их измельчения. Исследование, приведенное в работе [23], достигло отбора образцов с разрешением около 20  $\mu\text{м}$  в недавно выросшем сталагмите из Белиза, что соответствует в данном случае временному разрешению от недели до месяца. Такие данные с высоким разрешением показывают значительную амплитуду (11‰) быстрых (субсезонных) колебаний в  $\delta^{13}\text{C}$ , которые, возможно, отражают изменения в системе ENSO (Эль-Ниньо / Южное Колебание). Близкое пространственное разрешение (около 25  $\mu\text{м}$ ) было достигнуто авторами [38] при использовании ионного микронзонда. Этот метод предлагает превосходное пространственное разрешение, но относительно плохую аналитическую точность, которая соответствует современному поколению используемых инструментов (около  $\pm 0,5\%$ ), что ограничивает их использование для исследований изотопных «событий» высокой амплитуды и/или климатических переходов.

В принципе, в будущем по тщательно отобраннным натекам пещер можно будет восстановить годовой гидрологический цикл изменчивости  $\delta^{18}\text{O}$  (как локальный, так и глобальный), предлагая его как хронологический инструмент (а именно подсчет циклов), так же, как и новое понимание изменений амплитуды сезонной изменчивости  $\delta^{18}\text{O}$  в атмосферных осадках. При скорости роста пещерных натеков около 0,5 мм/год, например, при использовании

техники ионного микрозонда (размер пятна 25- $\mu\text{м}$ ) появляется возможность получить временное разрешение с шагом менее месяца. Но для такого исследования лучше всего подошли бы такие области, где можно ожидать относительно большой сезонный цикл  $\delta^{18}\text{O}$ .

Если разрешение отбора образцов является близким к годовому, то есть недостаточным, чтобы выделить явный сезонный цикл, в этом случае желательно избегать таких сезонных эффектов, которые могли бы привести к значительному шумовому сигналу (например, если проводится сравнение «зимнего кальцита» в одном анализе с «летним кальцитом» в другом анализе).

При всей привлекательности использования сталагмитов для палеогеографических построений многие проблемы, касающиеся интерпретации данных стабильных изотопов в пещерных отложениях, остаются еще нерешенными. Чтобы получить однозначные палео-климатические сигналы, зачастую приходится расшифровывать различные, нередко конкурирующие факторы, которые управляют вариациями изотопа кислорода. Сначала цель исследований сталагмитов состояла в том, чтобы восстановить абсолютные изменения среднегодовой температуры воздуха вне пещер [27], но это по прошествии времени кажется все более нереалистичной задачей по причине изобилия эффектов, которые влияют на  $\delta^{18}\text{O}$  капающей на сталагмит воды ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{dw}}$ ), и в результате на  $\delta^{18}\text{O}$  осажденного кальцита пещерных натеков ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{cl}}$ ). Эти эффекты обсуждаются ниже, но относительно недавно появилась уверенность, что наиболее надежные данные по стабильным изотопам могут быть получены при изучении жидких включений в пещерных натеках, хотя и с относительно грубым временным разрешением [43]. В принципе, эти изменения должны позволить выполнить первоначально поставленную цель палеотемпературной оценки в тех ситуациях, когда можно быть уверенными, что кальцит на сталагмите был отложен в изотопном равновесии с водой капли. Кроме того, данные по жидким включениям могут использоваться для того, чтобы восстановить временную и пространственную изменчивость в  $\delta^{18}\text{O}$  древней метеорной воды, и в будущем эти данные позволят проверить надежность GCMs, которые включают «водные изотопы» в их гидрологических циклах.

Несмотря на некоторую запутанность интерпретации данных, пещеры остаются привлекательными целями для исследований

палеоклимата, потому что они сохраняют относительно чистый карбонат кальция (обычно кальцит), отложенный из метеорных вод в окружающей среде, где он защищен от эрозии в течение продолжительных промежутков времени (часто до  $10^4$ - $10^6$  лет). Натёки пещер обычно состоят из макрокристаллического кальцита, хотя иногда встречается арагонит, особенно в сочетании с высокомагнезиальным кальцитом или доломитовыми вмещающими породами, и/или связанные с относительно сухими периодами, когда долгое время контакта вода-порода способствует относительно большему растворению доломита в частично доломитизированном вмещающем известняке.

Петрографические исследования натёков пещер до проведения изотопного анализа являются важными потому, что позволяют избежать проведения анализа перекристаллизованных образцов, а также нередко позволяют выделить возможные перерывы в накоплении кальцита (обычно отмеченные тонкими слоями, богатыми обломками или содержащими большое количество пыли), распознать изменения и отклонения в оси роста сталагмита и выявить изменения в минералогии карбоната. Возможное палеоэкологическое значение минералогии и кристаллической морфологии натёков пещер было обсуждено в работе [24]. В хорошо исследованных карстовых системах слои натёков могут дать дополнительные ограничения, важные при интерпретации данных стабильных изотопов. В работе [16], например, интерпретируется присутствие слоев арагонита в сталагмитах из доломитовой пещеры в центральном Непале как отражение уменьшения муссонных осадков и увеличения аридности в районе пещеры. Во многих случаях подобная петрографическая информация помогает интерпретации данных стабильных изотопов, но в том случае, когда они способны показать, что петрографические изменения являются синхронными на региональном уровне, что может помочь избежать неверных толкований, которые могли быть получены по причине локальных гидрологических эффектов на уровне пещеры или отдельного капеза.

Возможность использования карбонатных отложений пещер для изотопной палеотермометрии определена следующими условиями: наличием изотопного равновесия между отложившимся карбонатом и водой; постоянством во времени изотопного состава кислорода карбоната с момента его отложения; постоянством во



времени изотопного состава кислорода воды.

Общепринято считать, что две особенности окружающей среды пещеры облегчают использование стабильных изотопов из сталагмитов в реконструкции палеоклимата. Во-первых, температура воздуха пещер остается относительно стабильной в течение года (колебания  $\pm 1^\circ\text{C}$ ), и равна средней годовой температуре воздуха области над пещерой. Следует оговориться, что этот момент постулируется, но во многих случаях в работах, посвященных изучению стабильных изотопов в сталагмитах, он специально не оговаривается, поэтому далеко не по всем публикациям понятно, взят ли образец из нейтральной зоны пещеры или нет. Это означает, что, сравнивая результаты, полученные по образцам из разных пещер, мы можем сравнивать несравнимые вещи. Кроме того, всегда априори считается, что температура в пещерах равна среднегодовой вне пещеры и потому, получив на основании каких-то данных температуру в пещере, мы знаем внешние условия. Однако оказалось, что это верно только для окраин континентов, а в средней части континентов в пещерах всегда теплее, причем эта разница изменяется от 1 до  $7^\circ\text{C}$ , увеличиваясь вглубь континента [3, 4]. Это в палеогеографических построениях никак не учитывается, даже если речь идет о таянии мерзлоты над пещерой в средней части Евразии в прошлом [64]. Кстати, вообще неизвестно как менялась эта разница внешней и внутренней температуры пещер в прошлом. Во-вторых, в прохладных умеренных областях воздух пещер характеризуется высоким уровнем влажности (относительная влажность обычно колеблется в пределах 95-99%), уменьшая испарение, которое могло бы иначе вызвать кинетическое изотопное фракционирование. Механизмы отложения натечек пещер подробно обсуждаются в работах [22, 55], но важный момент состоит в том, что во внутренних частях пещер отложение кальцита обычно происходит вследствие дегазации  $\text{CO}_2$  из насыщенной карбонатом каплюющей воды при входе в атмосферу пещеры, а не по причине испарения воды. Дегазация происходит из-за разницы между парциальным давлением  $\text{CO}_2$  почвы и воздуха пещеры (обычно в диапазонах 0,1-3,5% и 0,06-0,6% соответственно). Внутри пещеры с высокой влажностью, где испарение незначительно, предполагается, что кальцит сталагмита отложен в изотопном равновесии с водой пещерной капли или очень близко к нему. При этих условиях  $\delta^{18}\text{O}$  в недавно отложенном кальците отражает как  $\delta^{18}\text{O}$  воды капли, так и зависимое от температуры

фракционирование между водой капели и отложенным кальцитом. Таким образом, чтобы правильно интерпретировать колебания изотопа кислорода в кальците, важно понять факторы, которые влияют на соотношения изотопа кислорода в воде пещер индивидуальных систем капели. Гидрологические особенности индивидуальных участков капели влияют на передачу сигнала стабильного изотопа от метеорных вод к пещерной капели.

Было бы идеально, если бы  $\delta^{18}\text{O}$  воды пещерной капели отражали средне взвешенное  $\delta^{18}\text{O}$  метеорной воды, которая выпадает на поверхность выше участка пещеры. Такое возможно, вероятно, только на участках просачивания в неглубоко расположенных пещерах умеренной зоны [44, 67], но в засушливых и полувзасушливых районах сезонно переменное изотопное обогащение воды может произойти в результате процессов ее испарения вблизи поверхности [10, 15]. Дополнительная сложность состоит в том, что парциальное давление  $\text{CO}_2$  в почве и содержание кальция в капели сезонно изменяются, в результате скорость отложения кальцита также изменяется сезонно [31, 32]. Последствие этого состоит в том, что зарегистрированные сигналы  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  в натеках пещер могут сохранить сезонное влияние, но эта возможность могла бы быть обнаружена благодаря детальному сезонному мониторингу выбранных участков капели, чтобы понять факторы, управляющие внутригодовой изменчивостью в скоростях роста сталагмита. Эти проблемы выдвигают на первый план потребность в детальном современном мониторинговом исследовании в определенных местах, чтобы лучше понять соотношения между палеосигналом  $\delta^{18}\text{O}$ , сохраненном в кальците пещерных натеков ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{от}}$ ), и палеоклиматической изменчивостью.

### **Изотопы кислорода в атмосферных осадках**

Таким образом,  $\delta^{18}\text{O}$  в воде капели пещер отражает: 1)  $\delta^{18}\text{O}$  осадков ( $\delta^{18}\text{O}_p$ ) и 2) в засушливых/полувзасушливых областях процессы испарения, которые изменяют  $\delta^{18}\text{O}_p$  на поверхности до начала инфильтрации и в верхней части вадозной зоны. Современный пример пространственных и сезонных изменений  $\delta^{18}\text{O}_p$  хорошо документирован [29, 52, 53] и является последствием нескольких «эффектов» (таких как широта и высота местности, расстояние от моря, количество атмосферных осадков, температура воздуха). Необходимое требование для восстановления  $\delta^{18}\text{O}_p$  из

$\delta^{18}\text{O}_{\text{ct}}$  состоит в том, чтобы в пещере поддерживалось изотопное равновесие между водой капли и кальцитом, отложенным из нее. Критерии для выявления равновесных условий осаждения кальцита рассмотрены в работах [36, 55].

Эти условия заключаются в том, что: 1)  $\delta^{18}\text{O}$  остается постоянным вдоль единичного слоя роста сталагмита, в то время как  $\delta^{13}\text{C}$  изменяется неравномерно; 2) нет никакой корреляции между  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  вдоль слоя роста. Последовательный отбор образцов вдоль единичных слоев роста сталагмита часто затруднителен, в том числе и потому, что слои кальцита обычно утончаются от оси роста к краю сталагмита. Тем не менее так называемые «критерии Hendu» широко используются исследователями в качестве контроля того, что кальцит был отложен в изотопном равновесии с водой пещерной капли или близко к нему. В некоторых случаях видно, что кальцит, отложенный у краев сталагмитов, показывает эффекты кинетического фракционирования, но в центре кальцит был отложен в изотопном равновесии с водами пещерной капли [60, 62].

Температурная зависимость  $\delta^{18}\text{O}$  в атмосферных осадках ( $d\delta^{18}\text{O}_p/dT$ ) является переменной и зависимой от места. В принципе,  $d\delta^{18}\text{O}_p/dT$  могло бы быть равным больше или меньше, чем  $d\delta^{18}\text{O}_{\text{ct}}/dT$  (около  $-0,24\%/C$  при  $25C$  [50]) равновесного фракционирования, которое сопровождает осаждение кальцита из вод капли в пещере. В обзоре долгосрочных изменений в изотопном составе  $\text{O}$  в атмосферных осадках от средних до высоких широт в работе [53] был вычислен средний современный  $d\delta^{18}\text{O}_p/dT$ , приблизительно равный  $0,6\%/C$ , но такие средние значения явно маскируют значительную местную изменчивость и то, что соотношения, возможно, были другими в прошлом. В принципе, поэтому  $\delta^{18}\text{O}_{\text{ct}}$  могло увеличиваться, уменьшаться или случайно остаться постоянным при росте средней годовой температуры воздуха. Последний случай потребовал бы, чтобы  $d\delta^{18}\text{O}_p/dT$  уравнивалось  $d\delta^{18}\text{O}_{\text{ct}}/dT$ , но такие случаи, кажется, редки. Примерно поровну число случаев, когда  $d\delta^{18}\text{O}_{\text{ct}}/dT$  положительно [51] и отрицательно [25, 26]. Это иллюстрирует трудность в однозначной связи изменений в  $\delta^{18}\text{O}_{\text{ct}}$  с изменениями в средней годовой температуре, особенно во временных интервалах, когда изменения температуры могли быть небольшими, и переходы климата первого порядка

(такие как переходы от ледниковой к межледниковьям) не были представлены в данных. Эта неопределенность подчеркивает необходимость получения дополнительной архивной информации из того же сталагмита (например, изменения толщины годовых слоев, изменение скорости роста, данные о жидких включениях), чтобы подкрепить интерпретацию по  $\delta^{18}\text{O}$ .

В течение периодов от столетия до тысячелетия не только средняя годовая температура воздуха может влиять на изменения в  $\delta^{18}\text{O}_p$  [44]. Кроме этого, могут оказывать влияние: 1) изменения в  $\delta^{18}\text{O}$  поверхности океана в следствие изменений в объеме талой воды, стекающей с континентов, что отражает количество льда на континентах, которые сопровождают оледенение и его разрушение; 2) изменения в разнице температур между поверхностью океана, как источника пара, и воздухом на интересующем нас участке; 3) долгосрочные изменения в источниках влаги; 4) изменения в пропорции атмосферных осадков, которые были получены из неокеанских источников, то есть возникли при испарении континентальных поверхностных вод [39]; 5) «количественный» эффект.

В результате таких неопределенностей произошло смещение ожидания, что  $\delta^{18}\text{O}_{ct}$  натеков пещер может дать количественные оценки температуры, к более достижимой цели обеспечения точного временного контроля при выборе времени главных изменений первого порядка в  $\delta^{18}\text{O}_p$ , которые используются в моделях атмосферной циркуляции [14, 45, 66], изменения в  $\delta^{18}\text{O}$  океанских источников пара [12] или изменения климата первого порядка, таких как события D/O во время последнего ледникового периода [33, 60].

Технические возможности, которые позволяют прямое измерение  $\delta^{18}\text{O}$  в жидких включениях пещерных натеков, уменьшают неопределенность в интерпретации  $\delta^{18}\text{O}_{ct}$  и могут в некоторых случаях позволить вычисление абсолютных изменений температур. Надежные данные о жидких включениях могут обеспечить получение необходимых ограничений для палеогидрологических условий, особенно в областях, где накопление пещерных натеков непрерывно в течение ледниковых периодов. Используя независимые палеотемпературные оценки используя значения из окружающего кальцита, в работе [43] исследователи вычислили вычислено  $\delta^{18}\text{O}$  жидких включений,. Комбинирование

этих вычисленных значений  $\delta^{18}\text{O}$  с измерениями D/H, выполненными при использовании техники вакуумной термальной экстракции, позволило этим авторам сравнить данные по жидким включениям для четырех древних сталагмитов с современными пещерными водами и линиями метеорных вод. Самый существенный результат состоял в том, что жидкие включения из двух пещерных натеков, отложенных во время ледникового периода, оказались близкими к глобальной линии метеорной воды (MWL), в отличие от современных осадков и капелей пещер, которые попадают на Средиземноморскую линию метеорной воды (MMWL). Исследование жидких включений пещерных натеков приводит к пониманию управляемых климатом изменений в действии метеорного водного цикла. В исследовании жидких включений из трех пещер Израиля [47] использовали как MWL, так и MMWL для вычисления  $\delta^{18}\text{O}$  жидких включений из измеренных значений D/H. Получающиеся палеотемпературные оценки находятся в хорошем согласии с современными оценками, основанными на аналогах, из восточного Средиземного моря за прошедшие 140 тыс. лет. Эти данные также показывают, что, тогда как отношения  $dD-\delta^{18}\text{O}$  для метеорной воды в районе следуют за MMWL в современности и последнем межледниковье, существовало сильное недолгое изменение к MWL во время временного интервала, соответствующего последнему ледниковому периоду. Можно ожидать дальнейшего развития изучения жидких включений в слоях сталагмитов.

В то же время хорошо датированные данные  $\delta^{18}\text{O}$  высокого разрешения могут быть коррелированы с более понятными (но часто хуже датированными) данными, такими как Гренландские и Антарктические ледяные керны, и использованы при картировании пространственного распространения регионально синхронных O изотопных «событий», таких как события D/O и ранне голоценовое событие «8200-года».

### **Изотопы углерода в пещерных натеках**

Существует две модели (открытой и закрытой системы), которые описывают процессы, в результате действия которых просачивающиеся грунтовые воды насыщаются карбонатом кальция в почве и горных породах над пещерой [36, 54]. В модели открытой системы устанавливается непрерывное равновесие между просачивающейся водой и бесконечным резервуаром почвенного

CO<sub>2</sub>. Это приводит к постоянному увеличению содержания бикарбоната, поскольку вода прогрессивно приобретает все больше растворенного вещества в зоне аэрации. В этих условиях δ<sup>13</sup>C в растворе отражает изотопный состав почвенного CO<sub>2</sub> без заметного изотопного отпечатка из вмещающих карбонатных пород. Для системы растений *C3* δ<sup>13</sup>C растворенного неорганического углерода (DIC) в просачивающемся растворе колеблется в диапазоне от -14‰ до -18‰, если раствор достигает насыщения относительно CaCO<sub>3</sub> в зависимости от почвенного pCO<sub>2</sub> и температуры [19, 36, 54].

В отличие от этого, в условиях закрытой системы просачивающаяся вода изолируется от почвенного резервуара CO<sub>2</sub>, как только начинается растворение карбоната [36, 54], и так как CO<sub>2</sub> потребляется в реакции, то степень растворения известняка ограничена конечным количеством CO<sub>2</sub>. В таких условиях изотопный состав вмещающей карбонатной породы влияет на изотопный состав DIC. Для системы *C3* с δ<sup>13</sup>C почвенного газа около -23‰ и вмещающим известняком с δ<sup>13</sup>C, равным +1‰ DIC δ<sup>13</sup>C будет обычно равен -11‰. В реальности большинство естественных систем, вероятно, будет частично открытыми [18]. В засушливых областях большие изменения в значениях δ<sup>13</sup>C кальцитовых натеков пещер были объяснены изменениями в растительности над пещерой, управляемыми климатом [11, 17]. В этих областях могут произойти относительно большие изменения в δ<sup>13</sup>C, потому что, когда выдыхаемый почвой CO<sub>2</sub> находится в равновесии с доминирующими растительными ансамблями *C3*, δ<sup>13</sup>C колеблется в диапазоне от -26‰ до -20‰, в то время как при равновесии с растительностью *C4* δ<sup>13</sup>C изменяется от -16‰ до -10‰. Эти различия сохраняются как отличительные диапазоны по δ<sup>13</sup>C во вторичных карбонатах (обычно, от -14‰ до -6‰ для карбонатов, отложенных в равновесии с CO<sub>2</sub>, выдыхаемого растениями *C3*, и от -6‰ до +2‰ для них, отложенных в равновесии с CO<sub>2</sub>, выдыхаемого растениями *C4*).

Однако многие натёки пещер умеренной зоны также показывают значения δ<sup>13</sup>C > -6‰. Эти значения выше, чем предсказанные для равновесия с распространенной растительностью *C3* в умеренных регионах [8]. В ситуациях, когда время пребывания воды в почве может быть относительно коротким, может не устанавливаться полное изотопное равновесие между CO<sub>2</sub> почвы и просачива-

ющейся водой, так что в итоге вода может сохранить компонент атмосферного  $\text{CO}_2$  в растворе (изотопно более тяжелый). Экспериментальные исследования [41] подтвердили, что гидратация  $\text{CO}_2$  происходит относительно медленно, и что кинетика реакции  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$  контролируется шагом гидратации  $\text{CO}_2$ . Другие процессы, включая испарение, быструю дегазацию воды, просачивающейся в пещеру, кинетическое фракционирование, дегазацию  $\text{CO}_2$  из пещерной воды и вследствие этого осаждение кальцита в вадозной зоне выше пещеры, были предложены как возможные объяснения для этих относительно тяжелых изотопов углерода [8, 30].

В работе [33] отмечено, что сталагмиты, выросшие во время последнего ледникового периода на юге Франции, показывают значения  $\delta^{13}\text{C}$ , которые намного выше, чем в сталагмитах, выросших в течение голоцена. Эти различия были приписаны изменениям в относительных пропорциях атмосферного и биогенного (легкого) углерода. Эта интерпретация подразумевает, что периоды потепления активизируют производство почвенного биогенного  $\text{CO}_2$ , приводящее к изотопно более легким соотношениям изотопов углерода в кальцитовых натеках пещер.

Суммируя вышеперечисленное, отметим, что интерпретация изотопов углерода в областях, где переключения в пропорциях растений *C3* (деревья) и *C4* (травы) могут быть независимо проверены (например по спорово-пыльцевым данным), является относительно прямой. В умеренных областях, которые испытывают недостаток в естественной растительности *C4*, интерпретация изотопов углерода в натеках пещер остается затруднительной и не всегда однозначной. Если, например, неполное равновесие между почвенным  $\text{CO}_2$  и просачивающейся водой является первичным фактором, ответственным за увеличение  $\delta^{13}\text{C}$  в некоторых натеках пещер умеренной зоны, тогда увеличение  $\delta^{13}\text{C}$  должно быть связано с более влажными периодами, когда время контакта газа с водой/почвой непродолжительно. Если, с другой стороны, сезонное испарение воды в зоне аэрации или, возможно, в пределах самой пещеры является доминирующим процессом, тогда увеличение  $\delta^{13}\text{C}$  должно быть связано с более сухими периодами. Если проводить совместные исследования данных по микроэлементам и изотопам углерода, тогда в зависимости от природы общих изменений часть возможных механизмов вариаций

в  $\delta^{13}\text{C}$  могут быть исключены. В исследовании 31-тысячелетних натеков пещер из Новой Зеландии авторам работы [34] удалось исключить уменьшение скорости просачивания воды в пещере как объяснение повышенного  $\delta^{13}\text{C}$ .

Концентрации бария показывает сильную отрицательную корреляцию с  $\delta^{13}\text{C}$  против предсказанной, если высокое  $\delta^{13}\text{C}$  было вызвано предшествующим ускоренным осаждением кальцита на пути течения в результате уменьшения скорости потока. Будущее исследование должно стремиться развить далее эти геохимические и петрографические критерии и подкрепить эти аргументы теоретическим моделированием и систематическими измерениями на современных капелях.

### **География исследований**

На сайте NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), Национального центра данных по климату, США [5], помещена база данных по палеоклимату, в частности, по сталагмитам. Здесь собраны данные по стабильным изотопам по сталагмитам, отобраным из пещер всех континентов, кроме Антарктиды: Азия (32 пещеры), Европа (15 пещер), Африка (3 пещеры), Северная Америка (24 пещеры), Южная Америка (8 пещер), Австралия и Новая Зеландия и Океания (4 пещеры). Примечательно, что по территории бывшего СССР в этой базе данных информации нет, что было связано с отсутствием в стране необходимой техники для проведения анализов. Однако в последние годы в связи с сотрудничеством с иностранными научными организациями ситуация сдвинулась с мертвой точки и появилось несколько публикаций по сталагмитам отечественных пещер. В качестве примера можно привести исследования сталагмитов на Кавказе (в частности на массиве Арабика в Абхазии [1]), в Крыму в пещерах Красная, 200 лет Симферополя и Монастырь-Чакрак [2] и Иркутской области в пещерах Ленская, Ботовская и Охотничья [64]. Поскольку во всех случаях были получены интересные данные, то следует ожидать, что дальнейшие изотопные исследования сталагмитов на территории бывшего СССР окажутся полезными для исследования не только регионального климата в прошлом.

### **Некоторые результаты**

Остановимся на нескольких примерах. В работе [61] авторы на основании изучения 30 сталагмитов из пещеры Спаннагель и



соседних пещер в Восточных Альпах в районе Инсбрука получили 251 датировку методом ТИММ. В целом данные по изученным сталагмитам показали рост в межледниковья и перерывы роста во время ледниковий на всем протяжении истории продолжительностью около 400 тысяч лет. Однако в нескольких случаях отмечался рост сталагмитов и в то время, когда Альпы были покрыты ледниками. Авторы пришли к выводу, что такое возможно только в случае, если ледники были сложены теплым льдом, то есть лед в основании ледников имел нулевую температуру и таял. Современным аналогом подобной ситуации является пещера Кастгад в Канаде, которая расположена под Колумбийским ледяным полем, но сталагмиты в ней продолжают расти [7].

В работе [1] были приведены результаты изотопных исследований сталагмитов из пещер массива Арабика в Абхазии: Крубера и Куйбышевская. Было изучено 11 сталагмитов, отобранных в самых разных частях пещерных систем. Сравнение датировок по Кавказу с данными по Альпам [61] показало, что рост сталагмитов отмечался в те же периоды, что и в Альпах, за исключением периодов около 25 и 160-165 тыс. лет назад, что, видимо, отражает местную специфику. Наличие двух дат древнее 200 тыс. лет для натеков из глубоких частей пещеры Крубера для высот 250-630 м н.у.м. позволяет говорить о том, что эти участки уже были сформированы и находились в условия вадозной зоны до среднеплейстоценового времени. Это несомненно говорит о древности даже нижних горизонтов пещерной системы. Образцы, представленные натеками, отобранными из сухих галерей на глубинах около 160 м в пещере Куйбышевская и около 350 м в пещере Крубера, показали возраст древнее 500 тыс. лет, что подтверждает ранее сделанное предположение о том, что они являются древними фреатическими фрагментами пещерной системы, фиксирующими периоды стабилизации в воздымании центральных блоков карстового массива.

В работе [2] рассматриваются предварительные результаты исследований сталагмитов из пещер 200 лет Симферополя, Монастырь-Чокрак и Красная в Крыму. Возраст пяти крымских образцов оказался древнее 500 тыс. лет. Сталагмит из пещеры Красная датирован по основанию (83 тыс. лет) и вершине (53 тыс. лет). Хронология палеогеографических событий, записанная в этом интервале, приходится на временной отрезок, который не пересекают известные европейские датировки сталагмитов. Даже

первые предварительные результаты датировок опровергают ряд традиционных спелеогенетических представлений, например, о невозможности образования натеков в периоды оледенений в связи с нахождением воды в твердой фазе.

В работе [64] на основании изучения сталагмитов из пещер Ботовская, Ленская и Охотников в Иркутской области по отсутствию роста сталагмитов в пещере Ленская последние 400 тыс. лет делается вывод о существовании мерзлоты над пещерой на протяжении всего этого периода. При этом в других пещерах рост сталагмитов был приурочен к межледниковьям. Авторы также пришли к выводу, что глобальный климат, который будет лишь немногим более теплым, чем современный, способен вызвать таяние существенных областей вечной мерзлоты.

В работе [48] рассмотрена фундаментальная проблема палеоклиматологии, которая состоит в том, чтобы рассмотреть различные источники ошибок, исследуя данные архивов количественными методами статистического анализа временных рядов. Данные из датированных архивов климата, таких как натечи пещер, добавляют дополнительную неопределенность к определениям возраста в других источниках, которые состоят из измерительных и архивных ошибок. Авторы исследуют временные ряды изотопного состава кислорода ( $\delta^{18}\text{O}$ ) для трех сталагмитов из двух пещер Западной Германии, ряды АН-1 из пещеры Атта и ряды Вu1 и Вu4 из пещеры Бункер. Оказалось, что данные несут региональную информацию об изменениях в зимних осадках и температуре в прошлом. U/Th и радиоуглеродное датирование показало, что временные ряды сталагмитов покрывают позднюю часть голоцена – последние 8,6 тыс. лет. Авторы проанализировали тренды климата от столетнего до тысячелетнего масштаба посредством непараметрической регрессии Gasser-Müller. Оказалось, что влияние ошибки шкалы времени не чрезмерно велико. Было найдено, что «среднеголоценовые двойные колебания климата», т.е. от теплых до холодных и опять до теплых зимних условий (от 6,5 до 6,0 и до 5,1 тыс. лет назад) имеют амплитуды переходов от тепла к холоду и наоборот около 0,5‰  $\delta^{18}\text{O}$ , что было зарегистрировано всеми тремя рядами данных. Отмечено, что выполненное исследование не может с определенностью поддержать заключение, что текущий региональный зимний климат теплее, чем таковой во время средневекового теплого периода.

В работе [42] рассмотрены реконструкции температур поверхности Земли в течение прошлых 1500 лет. Авторы предполагают, что современное потепление беспрецедентно в течение этого периода. В статье авторы представляют более широкую перспективу, восстанавливая региональные и глобальные температурные аномалии для прошедших 11 300 лет на основании 73 глобально распределенных данных. Нам эти данные интересны потому, что среди них есть и данные, полученные по сталагмитам пещер, отобранных в разных частях нашей планеты. В целом, палеоклиматические данные, полученные по сталагмитам пещер, совпадают с данными, полученными из других палеогеографических архивов. Однако стоит добавить, что ни для северного, ни для южного полушария, ни для экваториальной зоны планеты данные, полученные по сталагмитам пещер, не показали столь серьезного потепления в последние десятилетия, как это показывают инструментальные наблюдения и другие палеогеографические архивы. Раннеголоценовый (от 10 000 до 5000 лет назад) теплый период сменился похолоданием на  $\sim 0,7^{\circ}\text{C}$  в течение периода от среднего до позднего Голоцена ( $< 5000$  лет назад), достигнув минимума Голоцена во время малого Ледникового периода, около 200 лет назад. Это похолодание в значительной степени связано с изменением температуры воды в Северной Атлантике на  $\sim 2^{\circ}\text{C}$ . Текущие глобальные температуры прошлого десятилетия еще не превысили пиковые значения межледниковья, но показывают более высокие значения, чем в течение  $\sim 75\%$  Голоцена.

В работе [37] показано, что ранее роль изменения климата в развитии и упадке классической цивилизации майя (300-1000 годы) оставалась спорной по причине отсутствия хорошо датированных климатических событий и археологических последовательностей. Авторы представляют климатические данные за последние 2000 лет, полученные по почти ежегодно датированному сталагмиту из пещеры Yok Balum, Белиз. Климатические данные базировались на более чем 4200 измерениях  $\delta^{18}\text{O}$  вдоль осевой линии сталагмита, представляющих временное разрешение около 0,5 года. Сравнение этих данных с историческими событиями, собранными по хорошо датированным каменным памятникам, привело авторов к выводу, что аномально высокие атмосферные осадки способствовали небывалому распространению популяции и быстрому увеличению количества политических центров между 440 и 660 г. За этим

последовала тенденция к постепенному сокращению атмосферных осадков между 660 и 1000 г., что вызвало распад и разрушение государств, рост количества войн, что в конечном счете вызвало крах популяции в результате усиливающейся засухи между 1020 и 1100 г.

### **Заключение**

Натеки пещер в настоящее время расцениваются как ценные архивы климатических условий на континентах, предлагая много преимуществ по сравнению с другими континентальными регистраторами климата, такими как отложения озер и торфа. Натёки пещер служат идеальным материалом для точного датирования по изотопам урана, давая разрешение в календарные годы, таким образом обходя проблемы радиоуглеродной калибровки, с которой связано большинство других континентальных архивов. Исследования стабильных изотопов в натеках пещер уже далеко ушло от одной только реконструкции палеотемператур и теперь дает возможность точных оценок выбора времени и продолжительности главных климатических событий, определенных по изотопам кислорода, которые характеризуются четким сигналом по отношению к шумовому фону (такие как переходы ледниковье/межледниковье, осцилляции Дансгора – Эшгера (D/O), события «8200-года» и др.). В отличие от архивов морских отложений, наборы данных, полученные из натеков пещер, «не настроены», и их независимая хронология предлагает возможности критически оценить ускорения и задержки в климатической системе, что, в свою очередь, может обеспечить важную способность понимания механизмов усиления и обратных связей. Улучшенные процедуры извлечения и измерения соотношений стабильных изотопов в жидких включениях, запечатанных в натеках пещер, вероятно, обеспечат в ближайшем будущем хорошую базу для количественной интерпретации соотношений изотопов O в кальците натеков пещер. Это открывает перспективу не только палеотемпературных оценок, но, что более важно, получение прямого теста для нового поколения глобальных моделей циркуляции, гидрологические циклы которых будут включать «водные» изотопы.

Основываясь на явных сигналах, которые не теряются в шуме, можно оценить межполушарные и широтные ускорения и запаздывания в климатической системе. Однако существующая

база данных стабильных изотопов из сталагмитов пещер еще недостаточно полна. Назрела необходимость проведения комплексных исследований индивидуальных сталагмитов с помощью комбинирования исследования стабильных изотопов с изучением редких элементов, петрографической информацией и информацией о скорости роста сталагмита. Такой подход помогает сузить неопределенность, связанную с интерпретацией данных стабильных изотопов из индивидуальных сталагмитов, исключая дублирование данных по другим сталагмитам, что поможет сохранению участков пещер в эстетических целях и для научных исследований в будущем.

Другими словами, можно сказать, что исследование сталагмитов пещер для получения палеоклиматической информации является очень трудоемким делом, но получаемый результат оправдывает ожидания.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 13-05-90306 и программы ФНИ № 69 в части: Реконструкция климата и оледенения в голоцене на ЕТР и Северном Кавказе, природные условия позднего плейстоцена Северной Якутии.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климчук А.Б. Датирование натечных отложений из глубоких частей глубочайшей пещеры мира – Крубера (массив Арабика, Западный Кавказ) / А.Б. Климчук [и др.] // Спелеология и карстология. – 2008. – №1. – С.105-108.
2. Климчук А.Б. От морской и ледниковой изотопных шкал к спелеотемной хронологии палеоклиматических событий / А.Б. Климчук [и др.] // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2009. – Т. 5, вып. 1. – С. 44-51.
3. Мавлюдов Б.Р. Оледенение пещер / Б.Р. Мавлюдов. – М.: ИГРАН, 2008. – 290 с.
4. Фролов Н.М. Гидрогеотермия / Н.М. Фролов. – М.: Недра, 1976. – 280 с.
5. [Электронный ресурс]: NOAA's National Climatic Data Center, Stalagmites. – URL: <http://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data/datasets/speleothem> / дата обращения 30.10.2013.
6. Advances in Speleothem Research. – Pages news, 2008. – Vol. 16, № 3. – 33 p.

7. Atkinson T.C. Growth mechanisms of speleothems in Castleguard Cave, Columbia Icefields, Alberta, Canada / T.C. Atkinson // *Arct. Alp. Res.* – 1983. – № 15. – P. 523-536.

8. Baker A. Elevated and variable values of  $\delta^{13}\text{C}$  in speleothems in a British cave system / A. Baker [et al.] // *Chemical Geology.* – 1997. – Vol. 136, № 3-4. – P. 263-270.

9. Baker A. Testing theoretically predicted stalagmite growth rate with recent annually laminated stalagmites: implications for past stalagmite deposition / A. Baker [et al.] // *Geochimica et Cosmochimica Acta.* – 1998. – Vol. 62, № 3. – P. 393-404.

10. Bar-Matthews M. Carbon and oxygen isotope study of the active water-carbonate system in a karstic Mediterranean Cave: implication for palaeoclimate research in semiarid regions / M. Bar-Matthews [et al.] // *Geochimica et Cosmochimica Acta.* – 1996. – Vol. 60, № 2. – P. 337-347.

11. Bar-Matthews M. Late Quaternary palaeoclimate in the eastern Mediterranean region from stable isotope analysis of speleothems at Soreq Cave, Israel / M. Bar-Matthews, A. Ayalon, A. Kaufman // *Quaternary Research.* – 1997. – Vol. 47, № 2. – P. 155-168.

12. Bar-Matthews M. The eastern Mediterranean palaeoclimate as a reflection of regional events: Soreq Cave, Israel / M. Bar-Matthews [et al.] // *Earth and Planetary Science Letters.* – 1999. – Vol. 166, № 1-2. – P. 85-95.

13. Bodri L. Climate changes of the last millennium inferred from borehole temperatures: regional patterns of climate changes in the Czech Republic / L. Bodri, V. Cermak // *Global and Planetary Change.* – 1999. – Vol. 21, № 4. – P. 225-235.

14. Burns S.J. Speleothem evidence from Oman for continental pluvial events during interglacial periods / S.J. Burns [et al.] // *Geology.* – 2001. – Vol. 29, № 7. – P. 623-626.

15. Denniston R.F. Evidence for increased cool season moisture during the middle-Holocene / R.F. Denniston [et al.] // *Geology.* – 1999. – Vol. 27, № 9. – P. 815-818.

16. Denniston R.F. Speleothem evidence for changes in Indian summer monsoon precipitation over the last ~2300 years / R.F. Denniston [et al.] // *Quaternary Research.* – 2000. – Vol. 53, № 2. – P. 196-202.

17. Dorale J.A. A high-resolution record of Holocene climate change in speleothem calcite from Cold Water Cave, northeast Iowa / J.A. Dorale [et al.] // *Science.* – 1992. – Vol. 258, № 5088. – P. 1626-1630.

18. Dreybrodt W. Processes in Karst Systems / W. Dreybrodt // Springer Series in Physical Environment. – Heidelberg: Springer, 1988. – 282 p.

19. Dulinski M. Formation of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  isotope ratios in speleothems: a semi-dynamic model / M. Dulinski, K. Rozanski // Radiocarbon. – 1990. – Vol. 32. – P. 7-16.

20. Edwards R.L.  $^{238}\text{U}$ – $^{234}\text{U}$ – $^{230}\text{Th}$  systematics and the precise measurement of time over the last 500,000 years / R.L. Edwards, J.H. Chen, G.J. Wasserburg // Earth and Planetary Science Letters. – 1988. – Vol. 81. – P. 175-192.

21. Fairchild I.J. E.I.M.F. Modification and preservation of environmental signals in speleothems / I.J. Fairchild [et al.] // Earth-Science Reviews. – 2006. – Vol. 75. – P. 105-153.

22. Ford D.C. Karst Geomorphology and Hydrology / D.C. Ford, P.W. Williams. – L.: Chapman & Hall, 1989. – 601 p.

23. Frappier A. El Niño events recorded by stalagmite carbon isotopes / A. Frappier [et al.] // Science. – 2002. – Vol. 298, № 5593. – P. 565.

24. Frisia S. Aragonite–calcite relationships in speleothems (Grotte de Clamouse, France): environment, fabrics and carbonate geochemistry / S. Frisia [et al.] // Journal of Sedimentary Research. – 2002. – Vol. 72. – P. 687-699.

25. Frumkin A. A Holocene millennial-scale climatic cycle from a speleothem in Nahal Qanah Cave, Israel / A. Frumkin [et al.] // The Holocene. – 1999. – Vol. 9, № 6. – P. 677–682.

26. Frumkin A. Continental palaeoclimatic record of the last 170,000 years in Jerusalem / A. Frumkin, D.C. Ford, H.P. Schwarcz // Quaternary Research. – 1999. – Vol. 51, № 3. – P. 317-327.

27. Gascoyne M. A palaeotemperature record for the mid-Wisconsin in Vancouver Island / M. Gascoyne, H.P. Schwarcz, D.C. Ford // Nature. – 1980. – Vol. 285. – P. 474-476.

28. Gascoyne M. Palaeoclimate determination from cave deposits / M. Gascoyne // Quaternary Science Reviews. – 1992. – Vol. 11. – P. 609-632.

29. Gat J.R. Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrologic cycle / J.R. Gat // Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences. – 1996. – № 24. – P. 225-262.

30. Genty D. Carbon transfer dynamics from bomb –  $\text{C}^{14}$  and delta  $\text{C}^{13}$  time series of a laminated stalagmite from SW France–modelling and comparison with other stalagmite records / D. Genty, M. Massault //

Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1997. – Vol. 63. – P. 1537-1548.

31. Genty D. Dead carbon in stalagmites: carbonate bedrock paleodissolution vs. ageing of soil organic matter. Implications for  $^{13}\text{C}$  variations in speleothems / D. Genty [et al.] // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 2001. – Vol. 65, № 20. – P. 3443-3457.

32. Genty D. Intra- and inter-annual growth rate of modern stalagmites / D. Genty, A. Baker, B. Vokal // Chemical Geology. – 2001. – Vol. 176, № 1-4. – P. 191-212.

33. Genty D. Precise dating of Dansgaard–Oeschger climatic oscillations in Western Europe from stalagmite data / D. Genty [et al.] // Nature. – 2003. – Vol. 421, № 6925. – P. 833-837.

34. Hellstrom J.C. Multi-proxy constraints on the climatic significance of trace element records from a New Zealand speleothem / J.C. Hellstrom, M.T. McCulloch // Earth and Planetary Science Letters. – 2000. – Vol. 179, № 2. – P. 287-297.

35. Hendy C.H. Palaeoclimatic data from speleothem / C.H. Hendy, A.T. Wilson // Nature. – 1968. – Vol. 216, № 5149. – P. 48-51.

36. Hendy C.H. The isotopic geochemistry of speleothems 1. The calculation of the effects of the different modes of formation on the isotopic composition of speleothems and their applicability as palaeoclimatic indicators / C.H. Hendy // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1971. – Vol. 35, № 8. – P. 801-824.

37. Kennett D.J. Development and Disintegration of Maya Political Systems in Response to Climate Change / D.J. Kennett [et al.] // Science. – 2012. – Vol. 338, № 6108. – P. 788-791. – DOI: 10.1126/science.1226299.

38. Kolodny Y. A high spatial resolution  $\text{d}^{18}\text{O}$  profile of a speleothem using an ionmicroprobe / Y. Kolodny [et al.] // Chemical Geology. – 2003. – Vol. 197, № 1-4. – P. 21-28.

39. Koster R.D. Continental water recycling and  $\text{H}_2$   $^{18}\text{O}$  concentrations / R.D. Koster, D.P. de Valpine, J. Jouzel // Geophysical Research Letters. – 1993. – Vol. 20, № 20. – P. 2212-2218.

40. Li W.X. High-precision mass-spectrometric uranium-series dating of calcite deposits and implications for palaeoclimatic studies / W.X. Li [et al.] // Nature. – 1989. – Vol. 339, № 6225. – P. 534-536.

41. Liu Z.H. Dissolution kinetics of calcium carbonate minerals in  $\text{H}_2\text{O}$ – $\text{CO}_2$  solutions in turbulent flow. The role of the diffusion boundary layer and the slow reaction  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$  / Z.H. Liu, W. Dreybrodt // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1997. – Vol. 61, № 14. – P. 2879-2889.



42. Marcott S.A. A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years / S.A. Marcott [et al.] // *Science*. – 2013. – Vol. 339, № 6124. – P. 1198-1201. – DOI: 10.1126/science.1228026.

43. Matthews A. D/H ratios of fluid inclusions of Soreq Cave (Israel) speleothems as a guide to the eastern Mediterranean Meteoric Line relationship in the last 120 ky / A. Matthews, A. Ayalon, M. Bar-Matthews // *Chemical Geology*. – 2000. – Vol. 166, № 1-4. – P. 183-191.

44. McDermott F. Holocene climate variability in Europe: evidence from  $\delta^{18}\text{O}$  and textural variations in speleothems / F. McDermott [et al.] // *Quaternary Science Reviews*. – 1999. – Vol. 18. – P. 1021-1038.

45. McDermott F. Centennial-scale Holocene climate variability revealed by a high-resolution speleothem  $\delta^{18}\text{O}$  record from S.W. Ireland / F. McDermott, D.P. Matthey, C.J. Hawkesworth // *Science*. – 2001. – Vol. 294, № 5545. – P. 1328-1331.

46. McDermott F. Palaeo-climate reconstruction from stable isotope variations in speleothems: a review / F. McDermott // *Quaternary Science Reviews*. – 2004. – Vol. 23. – P. 901-918.

47. McGarry S. Constraints on hydrological and paleotemperature variations in the eastern Mediterranean region in the last 140 ka given by the  $\delta\text{D}$  values of speleothem fluid inclusions / S. McGarry [et al.] // *Quaternary Science Reviews*. – 2004. – Vol. 23. – P. 919-934. – DOI: 10.1016/j.quascirev.2003.06.020.

48. Mudelsee M. Effects of dating errors on nonparametric trend analyses of speleothem time series / M. Mudelsee, J. Fohlmeister, D. Scholz // *Climate of The Past*. – 2012. – № 8. – P. 1637-1648. – DOI: 10.5194/cp-8-1637-2012.

49. Nordhoff P. Stable isotope investigations on speleothems from different cave systems in Germany / P. Nordhoff // PhD dissertation, Georg-August-Universität, Göttingen. 2005. – 133 p.

50. O'Neill J.R. Oxygen isotope fractionation in divalent metal carbonates / J.R. O'Neill, R.N. Clayton, T.K. Mayeda // *Journal of Chemical Physics*. – 1969. – Vol. 51, № 12. – P. 5547-5558.

51. Onac B.P. Isotopic climate record in a Holocene stalagmite from Ulisor Cave (Romania) / B.P. Onac [et al.] // *Journal of Quaternary Science*. – 2002. – Vol. 17. – P. 319-327.

52. Rozanski K. Factors controlling stable isotope composition of European precipitation / K. Rozanski, C. Sonntag, K.O. Munnich // *Tellus*. – 1982. – Vol. 34, № 2. – P. 142-150.

53. Rozanski K. Isotopic patterns in modern precipitation / K. Rozanski, L. Araguás-Araguás, R. Gonfiantini / Eds. P.K. Swart [et al.] // *Climate Change in Continental Isotopic Records*. Geophysical Monograph 78. – American Geophysical Union, Washington, DC. – 1993. – P. 1-36.

54. Salomons W. Isotope geochemistry of carbonates in the weathering zone / W. Salomons, W.G. Mook / Eds. P. Fritz, C.J. Fontes // *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, The Terrestrial Environment, B.* – Vol. 2. – Amsterdam: Elsevier, 1986. – P. 239-270.

55. Schwarcz H.P. Geochronology and isotopic geochemistry of carbonates in the weathering zone / H.P. Schwarcz / Eds. P. Fritz, C.J. Fontes // *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, The Terrestrial Environment, B.* – Vol. 2. – Amsterdam: Elsevier, 1986. – P. 271-300.

56. Shah A.M. Global speleothem oxygen isotope measurements since the last glacial maximum / A.M. Shah [et al.] // *Dataset Papers in Geosciences*. – Hindawi Publishing Corporation, 2013. – Article ID 548048, 9 p. – URL: <http://dx.doi.org/10.7167/2013/548048>.

57. Shen C. Uranium and thorium isotopic and concentration measurements by magnetic sector inductively coupled plasma mass spectrometry / C. Shen [et al.] // *Chemical Geology*. – 2002. – Vol. 185, № 3-4. – P. 165-178.

58. Siewe M.J. Reconstruction of the Palaeoclimate and Pollution using Stable Isotopes and Trace Elements Analyses of Stalagmites / M.J. Siewe // Master thesis, Universiteit Gent, Vrije Universiteit. – Brussel, Belgium, 2009. – 81 p.

59. Spötl C. Start of the last interglacial period at 135 ka: evidence from a high Alpine speleothem / C. Spötl [et al.] // *Geology*. – 2002. – Vol. 30, № 9. – P. 815-818.

60. Spötl C. Stalagmite from the Austrian Alps reveals Dansgaard–Oeschger events during isotope stage 3: implications for the absolute chronology of Greenland ice cores / C. Spötl, A. Mangini // *Earth and Planetary Science Letters*. – 2002. – Vol. 203, № 1. – P. 507-518.

61. Spötl C. Speleothems and paleoglaciars / C. Spötl, A. Mangini // *Earth and Planetary Science Letters*. – 2007. – № 254 (3). – P. 323-331.

62. Talma A.S. Late Quaternary paleotemperature derived from a speleothem from Cango Caves, Cape Province, South Africa / A.S. Talma, J.C. Vogel // *Quaternary Research*. – 1992. – Vol. 37, № 2. – P. 203-213.

63. Thompson P. Continental Pleistocene climatic variations from speleothem age and isotopic data / P. Thompson, H.P. Schwarcz, D.C. Ford // Science. – 1974. – Vol. 184, № 4139. – P. 893-894.

64. Vaks A. Speleothems Reveal 500,000-Year History of Siberian Permafrost / A. Vaks // Science. – 2013. – Vol. 340, № 6129. – P. 183-186. – DOI:10.1126/science.1228729.

65. Wagner J.D.M. Speleothem record of Southern Arizona paleoclimate, 54 to 3.5 ka / J.D.M. Wagner // PhD dissertation. – University of Arizona, 2006. – 129 p.

66. Wang Y.J. A high-resolution absolute-dated Late Pleistocene monsoon record from Hulu Cave, China / Y.J. Wang [et al.] // Science. – 2001. – Vol. 294, № 5550. – P. 2345-2348.

67. Young C. Stable isotope studies of cave seepage water / C. Young [et al.] // Chemical Geology (Isotope Geoscience Section). – 1985. – Vol. 58. – P. 97-105.

<sup>1</sup>Т.В. Фадеева, <sup>2</sup>П.А. Косинцев, <sup>1</sup>О.И. Кадебская, <sup>1</sup>О.В. Коротченкова

*<sup>1</sup>Горный институт УрО РАН,*

*<sup>2</sup>Институт экологии растений и животных УрО РАН*

**НАСЕКОМОЯДНЫЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ  
(EULIPOTYPHLA) ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ  
ПЕЩЕРЫ МАХНЕВСКАЯ ЛЕДЯНАЯ (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)**

---

<sup>1</sup>T.V. Fadeeva, <sup>2</sup>P.A. Kosintsev, <sup>1</sup>O.I. Kadebskaya, <sup>1</sup>O.V. Korotchenkova

*<sup>1</sup>Mining Institute of UB RAS,*

*<sup>2</sup>Institute of plant and animals ecology of UB RAS*

**INSECTIVOROUS MAMMALS (EULIPOTYPHLA)  
FROM DEPOSITS OF MAKHNEVSKAYA ICECAVE  
(PERM REGION)**

**Summary**

Provides a description of the skeleton remains of the representatives of insectivorous (hedgehogs, moles, shrews) of intact deposits Makhnevskaya icecave. There are three type of preservation of the material. I and II are characteristic of the

bottom sediments and covered ferromanganese formations. Bones of all types of security found in the upper sediment.

Костные остатки насекомоядных в составе фаун млекопитающих из пещерных отложений Урала встречаются редко. В список таких местонахождений, где их остатки относительно многочисленны, входит пещера Махневская Ледяная в Александровском районе Пермского края [4]. В настоящее время предполагается, что костные остатки из пещеры Махневская Ледяная имеют самый древний возраст из всех таковых обнаруженных в карстовых полостях Пермского Предуралья. Ранее из отвалов породы были извлечены несколько тысяч костных остатков, принадлежащих различным видам млекопитающих, в том числе и видов, ранее не обнаруженных ни в одном карстовом местонахождении региона [9; 10; 4; 6]. Несмотря на сходный видовой состав остатков, большая часть которых принадлежит видам млекопитающих, в настоящее время обитающих в лесной зоне, сохранность их весьма различна и радиоуглеродные датировки также дают большой разброс. В отложениях дальнего грота этой пещеры практически не обнаружены тундровые виды, которые в массовых количествах представлены в уже изученных позднеплейстоценовых – раннеголоценовых отложениях других карстовых полостей региона. Очевидно, что в данном гроте накопление костей животных происходило в периоды доминирования лесной растительности и умеренного климата. В последние годы нам удалось обнаружить в пещере интактные отложения, которые не были потревожены браконьерскими раскопками.

## **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Проведены раскопки двух участков интактных отложений. На обоих участках отложения вскрывались условными горизонтами, объем породы в выбираемых горизонтах составлял от 4 до 16 л. Получены две коллекции костных остатков: MI-ML2010 и MI-ML2012 (MI – Mining Institut, ML – Makhnevskaya Ledyanaya, 2010, 2012 – годы раскопок). В тексте и таблицах условные горизонты каждого раскопа обозначены цифрой в аббревиатуре после года раскопок (MI-ML2010-1), номер экземпляра каждой коллекции – после слеша (MI-ML2010-1/141). Кости и зубы крупных млекопитающих и часть костей мелких млекопитающих имеют на

поверхности черные диффузно-точечные и дендритные минеральные образования (рис. 1).



Рис. 1. Костные остатки из интактных отложений раскопа 2012 г. пещеры Махневская Ледяная с оксидами Fe-Mn на поверхности (А – молочный резец (dI<sup>3</sup>) *Ursus sp.* № MI-ML2012-1/29; В – фрагмент левого верхнего первого коренного зуба (M1 sin) *Meles sp.* № MI-ML2012-1/26; С – фрагмент правой верхнечелюстной кости с M1, M2 *Sylvaemus flavicollis* № MI-ML2012-2/24)

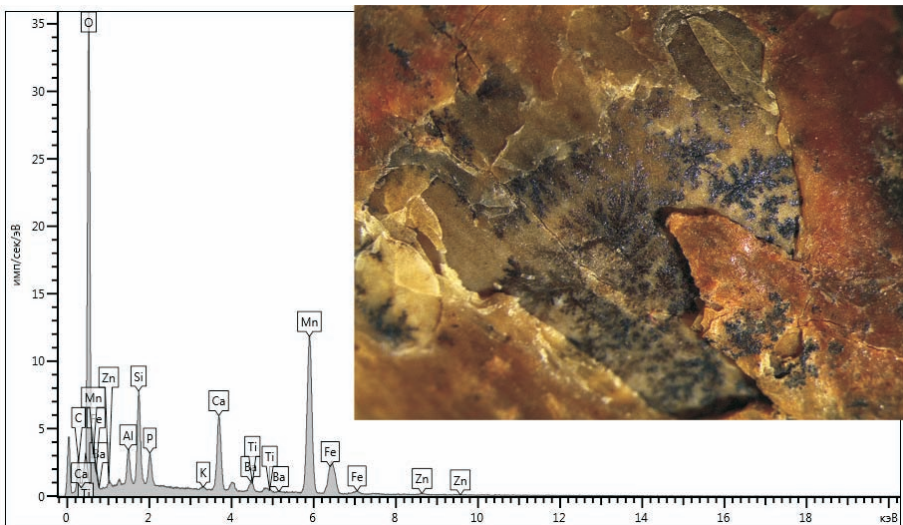


Рис. 2. Энергодисперсионный спектр дендритовых образований на фрагменте открытой цементной и частично дентиновой поверхностях корня первого нижнекоренного зуба (m1 sin) *Ursus sp.* (№ MI-ML2012-4/23). Пещера Махневская Ледяная, Пермский край.

В работе приводится описание костных остатков представителей отряда насекомоядных млекопитающих. Все челюсти насекомоядных дифференцированы на три типа (табл. 1): I – кости темно-желтой прокрашенности, с признаками деформации

поверхностного костного слоя (трещины, расслоения), эмаль зубов матовая с трещинами, у отдельных экземпляров непигментированная часть эмали отсутствует, на поверхности темные минеральные диффузно-точечные и дендритные образования; **II** – кости светло-желтого или желтого цвета, с относительно хорошо сохранившимися поверхностями кости и эмали, на поверхности темные минеральные диффузно-точечные образования; **III** – кости светло-желтые, эмаль зубов без трещин, расслоения кости нет, у редких экземпляров присутствуют остатки шерсти, без минеральных образований на поверхности.

Из 107 нижних челюстей бурозубок, 25 экземпляров на восходящей ветви имеют отверстия, которые возможно являются следами клыков мелких куньих. Более 80 % нижних челюстей бурозубок принадлежат молодым животным (отсутствуют признаки стертости на зубах или выявлена начальная стадия стирания).

В данной работе приведены выборочные промеры челюстей бурозубок и белозубок, которые проводились по ранее опубликованным методикам [2; 29; 3; 11; 21].

*Поверхностные минералы.* Химический состав черных поверхностных минералов (диффузно-точечных и в форме дендритов) был исследован при помощи сканирующего электронного микроскопа (VEGA 3 LMN (Tescan) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford Instruments INCA Energy 250/X-max 20). По химическому составу (рис. 2) эти минеральные выделения на поверхности кости представляют собой оксиды марганца и железа.

Вероятнее всего, условия, при которых произошло осаждение железо-марганцевых оксидов на поверхностях костей в дальнем гроте пещеры Махневская Ледяная, были связаны с водным насыщением грунта и процессами ионного обмена в водно-глинистой среде, идущими с вмешательством микроорганизмов (бактерии сорбируют металлы из водной среды).

Литературные ссылки и описание этих процессов даны во многих работах [13-15; 24-25]. Кости с железо-марганцевыми поверхностными образованиями могут предоставить ценную информацию о происхождении и последовательности формирования палеонтологических или археологических отложений [17]. В нашем случае очевидно, что костный материал с точечными образованиями и дендритами на поверхностном слое (типы **I** и **II**)

неоднороден по степени сохранности (рис. 5).

По наличию таких образований он дифференцируется от костного материала, отнесенного к типу III. По расположению в толще вскрытых отложений (верхние горизонты) предположено, что кости III типа относятся к другому (вероятно более молодому) геологическому возрасту. В данной работе дано видовое описание материала I и II типов сохранности.



Рис. 3. Фрагмент левой нижней *Sorex sp.* (I группа сохранности) с депигментированными коренными зубами и разрушенной непигментированной частью эмали № MI-ML2010-1/184. Пещера Махневская Ледяная, Пермский край.

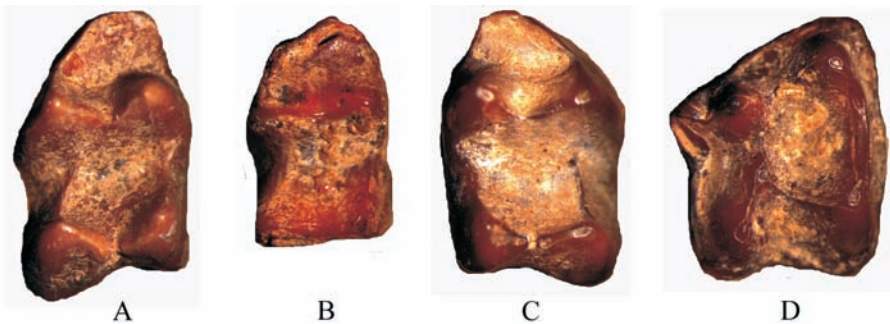


Рис. 4. Зубы *Erinaceus sp.* A – m2 sin, № MI-ML2010-1/195; B – m2 sin, № MI-ML2012-3/33; C – m2 dex, № MI-ML2010-1/196; D – M2 dex, № MI-ML2012-2/31. Пещера Махневская Ледяная, Пермский край.





*Пигментация и сохранность эмали.* Среди более древних экземпляров обнаружены нижние челюсти бурозубок, зубы которых имеют различной степени потери пигментации, вплоть до полной депигментации (рис. 3). Хотя в пигментированной части зубов современных бурозубок и грызунов также встречаются подобные потери (пятнистая пигментация) и они связываются с дефицитом железа, витамина Е, ускоренным ростом зубов, гормональными нарушениями, пищевым дефицитом других элементов и витаминов, интоксикацией [18], стрессирующим фактором неясной природы [1], для ископаемых зубов возможен альтерационный эффект в стадии раннего диагенеза при микробном и средовом воздействиях.

В исследованных нами коллекциях среди зубов бурозубок древнего типа сохранности зафиксированы зубы с полным и частичным разрушением эмали непигментированной части (рис. 5), что указывает на кислотное воздействие грунтовых вод (пигментированная часть эмали устойчива к действию кислот [26]) или на последствия ферментативных реакций в желудочно-кишечном тракте хищников, не исключено и суммированное воздействие.



Рис. 5. Типы сохранности костных остатков насекомоядных млекопитающих. А – I тип (левая нижняя челюсть *Sorex araneus*, № MI-ML2010-3/232); В – II тип (левая нижняя челюсть *Sorex isodon*, № MI-ML2010-1/120). Пещера Махневская Ледяная, Пермский край.

#### СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Family **Erinaceidae** FISCHER VON WALDHEIM, 1817

Subfamily **Erinaceinae** FISCHER VON WALDHEIM, 1817

Genus *Erinaceus* LINNAEUS, 1758

*Erinaceus* sp.

**Материал:** 1 правый верхний второй коренной зуб (M2dex) – № MI-ML2012-2/31, 1 правый и 2 левых нижних вторых коренных зубов (m2) – № MI-ML2010-1/195, № MI-ML2010-1/196, № MI-ML2012-3/33 (рис. 5). Тип сохранности I. (табл. 2).

**Описание материала:** M2 в окклюзионной проекции четырехугольной формы, с размерами сторон: задняя стенка – 3,6 мм, передняя стенка – 5,0 мм, лабиальная стенка – 4,15 мм, лингвальная стенка – 3,5 мм. Передняя и лабиальная стороны коронки слегка выпуклые, задняя и лингвальная – имеют вогнутость. Хорошо развиты все 4 основные бугорка, из которых наиболее мелкий – гипокон. Протокон и паракон слабо стерт, на других бугорках следы стирания отсутствуют. Метаконуль хорошо выражен и связан с гипоконком и протоконом и в меньшей степени с метаконком. Вершина метастилия расположена близко к основанию метакона. Препротокриста связывает паракон и протокон. Цингулом хорошо развит на передней, задней и лабиальной сторонах зуба, отсутствует на лингвальной. Зуб – четырехкорневой со сросшимися лингвальными и разделенными лабиальными корнями.

Таблица 2

Промеры зубов (в мм) представителей рода *Erinaceus*.  
[\*27; \*\*22]

Зуб	Промеры	Пещера Махневская Ледяная, Пермский край, Россия, поздний плейстоцен? <i>Erinaceus</i> <i>sp.</i>	Shanyangzhai, Китай, средний плейстоцен, <i>E. europaeus</i> *	Китай, современность, <i>E. europaeus</i> *	Польша, современность, <i>E. concolor</i> **
M2	длина/ ширина	4,15/5,0	4,8/5,4	4,6/5,5	–
m2	длина/ ширина	5,4/3,45	5,2/3,7	4,65/3,75	–
m2	длина/ ширина	5,3/3,6	–	–	–
m2	длина/ ширина	>4,4/2,8	–	–	–
m2	ширина талонида	3,15; 3,4; 2,7	–	–	2,88-3,55

Нижнечелюстные зубы отнесены к m2 на основании размеров параконида, который у всех трех экземпляров значительно меньше протоконида и метаконида. Гипоконид ниже энтоконида. Развитый цингулом присутствует только на лабиальной стороне зубов. Зубы двухкорневые, корни расположены параллельно. Бугорки у зуба № MI-ML2010-1/195 не стерты, передний корень фрагментирован. Бугорки зуба № MI-ML2010-1/196 в начальной стадии стирания, передний корень обломан у основания. Цингулом зуба № MI-ML2012-3/33 узкий, корни сохранены, талонид фрагментирован, в области параконида – щелевидное пространство, бугорки стерты.

Зубная морфология рассмотренных экземпляров в целом соответствует таковой у представителей рода *Erinaceus*, описанной для ископаемых зубов вида из различных местонахождений [20;22; 27]. Зубы m2 из Махневской ледяной близки к размерам (табл. 2) среднеплейстоценовых m2 *Erinaceus europaeus*, но M2 и фрагментированный m2 сравнительно меньше ископаемых и рецентных зубов этого вида с территории Китая [27]. По ширине талонида m2 (кроме фрагментированного) сходны с таковым у современных экземпляров *Erinaceus concolor* с территории Польши [22].

Family **Talpidae** FISCHER VON WALDHEIM, 1817  
Subfamily **Talpinae** FISCHER VON WALDHEIM, 1817  
Genus **Talpa** LINNAEUS, 1758  
**Talpa** cf. *europaea* LINNAEUS 1758

*Материал*: **5 фрагментов правой нижней челюсти** (нисходящая ветвь): № MI-ML2010-1/193 (с m1, m2); № MI-ML2010-1/197 (с p4, m1); № MI-ML2010-1/198 (с m1); № MI-ML2012-1/ 25(с с, pm1, pm2); № MI-ML2010-2/28 (без зубов) – рис. 6. Тип сохранности I (табл. 3).

*Описание материала*: Тригонид узкий по сравнению с талонидом, m1 различной степени стертости. Протоконид-метаконидный гребень слабо изогнут. Энтокрестид в наличии. Хорошо развит энтостилид. m2 – тригонид узкий, примерно одной длины с талонидом. Гребень протоконид-параконид сильно изогнут, гребень протоконид-метаконид – прямой. Цингулом отсутствует. Заднее подбородочное отверстие расположено между корнями m1, у одного экземпляра – два задних подбородочных отверстия, расположенных на разных уровнях под передним и

Таблица 3

Примеры зубов и нижнечелюстной ветви (в мм)  
представителей рода *Talpa*. [\*16; \*\*23; \*\*\*22; \*\*\*\*12]

Зуб	Промеры	Пещера Махневская Ледяная Пермский край, Россия, поздний плейстоцен? <i>Talpa</i> cf. <i>europaea</i>	Польша, ранний плейстоцен, <i>Talpa minor</i> *	Иркутская область, Россия, поздний плейстоцен, <i>Asioscalops altaica</i> **	Польша, голоцен <i>Talpa</i> <i>europaea</i> ***	Север, Нидерланды, Юг, Нидерланды, современность, <i>Talpa europaea</i> ****
c	длина альвеол	1,5	—	—	—	—
p1	высота под p1	2,0	—	—	—	—
p2	высота под p2	2,05	—	1,70	1,70-1,75	—
p4	длина/ширина	—	—	—	—	1,26-1,47/0,58-0,75 1,16-1,48/0,55-0,75
p4	длина альвеол	1,25; 1,25	—	—	—	—
p1-p4	длина альвеол	2,75	—	—	—	—
m1	длина/ширина	1,9/1,3; 2,1/1,2; 2,3/1,35	—	—	2,36/1,31	2,11-2,37/1,21-1,34 2,09-2,45/1,22-1,48
m1	длина альвеол	2,25; 2,05; 1,95	—	—	—	—
m1	высота под m1	2,1; 2,25	1,7	1,98	1,94-1,97	—
m2	длина/ширина	2,35/1,4;	1,7	1,87/0,87	—	2,43-2,60/1,12-1,41 2,40-2,71/1,18-1,45
m2	длина альвеол.	2,5;	—	—	—	—
m2	высота под m2	2,2;	—	—	—	—
m3	длина/ширина	—	—	1,55/0,70	—	—
m3	длина альвеол	2,1;	—	—	—	—
m3	высота под m3	2,6;	—	—	—	—

задним корнем m1.

Морфологическое описание соответствует родовым признакам, размерные признаки, учитывая количество и сохранность материала, позволяют предварительно определить их как *Talpa* cf. *europaea*, исключив возможную принадлежность остатков к алтайскому кроту.



Рис. 6. Фрагменты правых нижних челюстей *Talpa* cf. *europaea* (№ MI-ML2010-1/193; № MI-ML2012-1/ 25).  
Пещера Махневская Ледяная, Пермский край.

Family **Soricidae** FISCHER VON WALDHEIM, 1817  
Subfamily **Crocidurinae** MILNE-EDWARDS, 1874  
Genus ***Crocidura*** WAGLER, 1832  
***Crocidura* sp.**

**Материал:** 1 правая нижняя челюсть со всеми зубами (хорошей сохранности, за исключением повреждения конца углового отростка): № MI-ML2010-1/175 (рис. 7). Тип сохранности I (табл. 4).

**Описание материала:** Нисходящая ветвь нижней челюсти относительно широкая с вогнутостью ниже границы m1-m2. Подбородочное отверстие расположено ниже промежутка между задним корнем р4 и передним корнем m1. Восходящая ветвь широкая, образует с нисходящей близкий к прямому угол. Ее передний край выпуклый. Внутренняя височная ямка имеет форму неправильного треугольника с острым передним (55°) и тупым задним (95°) углом в основании. Резец широкий в основании и загнут внутрь. В окклюзионной проекции m1 имеет треугольную форму. Талонид широкий по сравнению с тригонидом. Протоконид очень высокий. Протоконид-параконидный гребень изогнутый,

параконад-метаконадный – прямой. Развита процингулида. Посткристид немного вогнут. Лабиальный цингулом узкий, имеет вырезку ниже тригонид-талонидной границы, с лингвальной стороны не выражен. m2 аналогичен по строению m1, но талонид менее широкий. Лабиальный цингулом – прямой. m3 – энтоконад не развит, лабиальный цингулом узкий и изогнутый.

Нижняя челюсть белозубки из отложений пещеры Махневская Ледяная имеет крупные размеры, которые по некоторым параметрам превышают таковые у крупных видов белозубок, таких как *Crocidura leucodon* и *Crocidura russula*. В отвалах породы был обнаружен также череп *Crocidura sp.* (№ MI-ML2010/94), подробное его описание дано ранее [8] Размерные характеристики ископаемых костей белозубок исключают принадлежность к виду *Crocidura suaveolens* и соответствуют более крупным видам белозубок (*Crocidura leucodon*, *C. sibirica*, *C. caspica*, *C. russula*), среди которых видовая дифференциация по ископаемым костным остаткам затруднена.



Рис. 7. Правая нижняя челюсть *Crocidura sp.* № MI-ML2010-1/175.  
Пещера Махневская Ледяная, Пермский край.

Отсутствие промежуточных зубов A2 и A3 не позволяет провести видовую диагностику по их размерным соотношениям. Однако предполагаемая коронарная длина ряда промежуточных зубов исследуемого черепа, исходя из значения таковой альвеолярной, больше чем максимальное значение коронарной длины этого ряда для *C. sibirica*.

Таблица 4

Промеры зубов и нижнечелюстной ветви (в мм) представителей рода *Crocodyra*

Промеры/ выборки	a	b	c	d	e	f	g	h	i
		<i>Crocodyra</i> sp.	<i>Crocodyra leucodon</i>	<i>Crocodyra russula</i>	<i>Crocodyra suaveolens</i>	<i>Crocodyra leucodon</i>	<i>Crocodyra leucodon</i>	<i>Crocodyra suaveolens</i>	<i>Crocodyra leucodon</i>
1	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5,15	4,7; 4,7-5,1	4,66-5,12	3,72-4,83	4,38-4,77; 3,86-4,28	-	4,49-4,93	-	-
3	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2,5	-	-	-	-	2,2-2,7; 2,3-2,7	-	-	-
5	1,7	-	-	-	-	1,6-1,7; 1,5-1,8	1,37-1,75	1,20-1,36	1,44-1,72
6	4,6	-	-	-	-	2,5-5,8; 2,8-3,3	-	-	-
7	1,2	-	-	-	-	1,0-1,2; 1,1-1,3	-	-	-
8	1,75	-	-	-	-	1,8-2,0; 1,7-2,0	-	-	-
9	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-
11	8,25	-	-	-	-	-	-	-	-
12	4,35	3,9; 4,2-4,3	-	-	-	-	3,96-4,23	-	-
13	3,95	-	-	-	-	-	-	-	-
14	3,65	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1,65	1,4; 1,6-1,7	-	-	-	-	1,44-1,56	-	-
16	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-
17	1,25	-	-	-	-	-	1,08-1,17	-	-
18	1,6	-	-	-	-	-	1,37-1,49	1,2-1,34	1,41-1,53
19	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1,1	-	-	-	-	-	0,92-1,0	0,83-0,90	0,95-1,04
21	1,25	-	-	-	-	-	1,17-1,28	-	-
22	0,8	-	-	-	-	-	0,65-0,73	-	-

1 – длина нижнечелюстной кости; 2 – высота восходящей ветви;  
 3 – длина от свода фронтальной части углового отростка до задней  
 стенки подбородочного отверстия; 4 – высота венечного отростка;  
 5 – высота челюсти под m<sub>2</sub>; 6 – ширина восходящей ветви нижней  
 челюсти от m<sub>3</sub> до каудального края сочленовного отростка; 7 – ширина  
 вершины венечного отростка; 8 – высота сочленовного отростка;  
 9 – длина верхней фасетки сочленовного отростка; 10 – длина нижней  
 фасетки сочленовного отростка; 11 – длина i-m<sub>3</sub>; 12 – длина m<sub>1</sub>-m<sub>3</sub>;  
 13 – длина m<sub>1</sub>-m<sub>3</sub> альвеолярная; 14 - длина I; 15 – длина m<sub>1</sub>;  
 16 – ширина m<sub>1</sub> тригонид; 17 – ширина m<sub>1</sub> талонид; 18 – длина m<sub>2</sub>;  
 19 – ширина m<sub>2</sub> тригонид; 20 – ширина m<sub>2</sub> талонид; 21 – длина m<sub>3</sub>;  
 22 – ширина m<sub>3</sub>. a – пещера Махневская Ледяная; b – поздний  
 плейстоцен, Южный Урал [2]; c, d, e – современность, Европа [19];  
 f - поздний плейстоцен, Северный Кавказ, современность – коллекции  
 ЗИН РАН и Зоомузея МГУ[3]; g – современность, Польша [22];  
 h, i – современность, Польша [23].

Длина нижнего ряда зубов, ширина между подглазничными  
 отверстиями, ширина верхней челюсти на уровне M<sub>2</sub> у изученных  
 ископаемых экземпляров больше максимальных значений этих  
 признаков для вида *C. russula*. В исследованной нижней челюсти  
 высота сочленовного отростка больше чем его ширина, нижняя  
 суставная часть шире верхней в 1,6 раза – для *C. caspica* характерны  
 более низкие и широкие сочленовные отростки. По размерным  
 показателям черепа, нижнечелюстной кости, зубов, а также по  
 строению передней стороны коронки между параконом и  
 парастилем P<sub>4</sub> можно лишь предположить более высокую  
 вероятность принадлежности рассматриваемых костных остатков к  
*C. leucodon* [8].

Subfamily **Soricinae** FISCHER VON WALDHEIM, 1817

Genus **Sorex** LINNAEUS, 1758

**Sorex minutus** LINNAEUS, 1766

*Материал:* 2 правые нижние челюсти без зубов: № MI-ML2010-2/227; № MI-ML2010-3/239 (рис. 8). Тип сохранности I (табл. 5).

*Описание материала:* Вершина венечного отростка узкая, наклонена вперед. Внутренняя височная ямка близка по форме к равнобедренному треугольнику, вершина которого заканчивается в границах начала сужения верхушки отростка. Подбородочное



отверстие в одном случае расположено под корнем р4, в другом – под передним корнем m1. На основании такого расположения установлена IV позиция подбородочного отверстия [8].



Рис. 8. Правая нижняя челюсть *Sorex minutus*. № MI-ML2010-2/227. Пещера Махневская Ледяная, Пермский край.

Таблица 5

Промеры зубов и нижнечелюстной ветви (в мм) *Sorex minutus*.

Промер	1	2	3	4
Длина m1-m3 альвеолярная	2,75	—	—	2,79-2,89
Высота челюсти за р4	0,85; 0,8	—	—	—
Высота челюсти под m2	0,85; 0,85	—	0,84-0,94	—
Высота челюсти за m3	0,85; 0,75	—	—	—
Высота венечного отростка	1,85	—	—	—
Высота восходящей ветви	3,0	2,8-3,2	2,56-2,98	2,84-3,11

1 – пещера Махневская Ледяная, Пермский край; 2 – поздний плейстоцен-голоцен, Южный Урал[2]; 3 – современность, Польша [22]; 4 – средний плейстоцен, Китай [28]

Малые размеры, морфология восходящей ветви нижней челюсти, характерное для вида расположение подбородочного отверстия ниже заднего конца р4 или переднего – m1 – указывают на принадлежность ископаемых остатков мелкой землеройки из пещеры Махневская ледяная к виду *Sorex minutus*.

*Sorex caecutiens* LAXMANN, 1788

**Материал:** 8 левых нижних челюстей (№ MI-ML2010-1/141, 147, 148, 185, 186; № MI-ML2010-2/218; № MI-ML2010-3/248; № MI-ML2012-3/35); 7 правых нижних челюстей (№ MI-ML2010-1/136, 137, 138, 139, 188; № MI-ML2010-2/203; № MI-ML2012-3/34); 1 фрагмент черепа с правой и левой челюстями (№ MI-ML2010-2/205); 1 левая верхняя челюсть (№ MI-ML2010-1/160); 2 правых верхних челюсти (№ MI-ML2010-1/163, 168). Типы сохранности I, II (табл. 6, 7).

Таблица 6

Промеры зубов и нижнечелюстной ветви (в мм) *Sorex caecutiens* (группы сохранности I, II), пещера Махневская Ледяная, Пермский край

№ коллекции	MI-ML 2010-1	MI-ML 2010-2	MI-ML 2010-3	MI-ML 2012-3
Промеры/ Группа сохранности	II	I	II	II
1	3,25-3,4 (2)	–	–	–
2	2,4-2,5 (6)	–	2,45 (1)	–
3	1,4-1,55 (10)	–	1,4 (1)	1,4 (n=1)
4	1,15-1,25 (6)	–	–	–
5	0,9-0,95 (2)	–	–	–
6	2,95-3,2 (10)	–	3,05 (1)	3,0 (1)
7	0,95-1,05 (10)	–	1,05 (1)	1,0 (1)
8	0,95-1,0 (10)	1,0 (1)	1,0 (1)	1,05 (1)
9	1,95-2,15 (7)	2,5 (1)	–	2,05 (1)
10	1,7-1,85 (6)	1,8 (2)	1,75 (1)	1,8 (1)
11	3,45-3,6 (7)	–	–	3,65 (1)
12	3,45-3,75 (6)	3,65 (1)	3,45 (1)	3,6 (1)
13	0,75-0,8 (3)	–	0,8 (1)	–
14	6,7-7,15 (6)	–	6,65 (1)	6,95 (1)
15	0,7-0,95 (10)	–	0,95 (1)	0,95 (1)
16	0,95-1,1 (10)	–	0,95 (1)	1,0 (1)
17	0,8-1,0 (10)	–	0,9 (1)	0,95 (1)
18	1,0-1,1 (10)	–	1,1 (1)	1,05 (1)
19	0,4-0,5 (10)	–	0,45 (1)	–
20	I (1) II(7) III(1) IV(1)	–	I (1)	I (1)

1-длина m1-m3; 2 - длина m1-m2; 3 - длина m1; 4 - длина m2; 5 – длина

m3; 6 – длина m1-m3 альвеолярная; 7- высота челюсти за p4; 8 – высота челюсти за m3; 9 – высота венечного отростка; 10 – длина сочленовного отростка; 11 – высота восходящей ветви; 12 - ширина восходящей ветви нижней челюсти от m3; 13 – высота резца; 14 - длина от заднего края резца до каудального края сочленовного отростка; 15 – длина от заднего края резца до переднего края подбородочного отверстия; 16 – длина p4; 17 – высота p4; 18 – высота m1; 19 – высота пигментированной части m1; 20 – положение подбородочного отверстия.

*Описание материала:* Землеройки средних размеров. Нисходящая ветвь нижней челюсти по высоте меньше коронок коренных зубов, слабо вогнута под m1. Передний край восходящей ветви прямой, образует тупой угол с восходящей ветвью, задний край выпуклый. Верхушка венечного отростка круглая, наклонена вперед. Внутренняя височная ямка в форме равнобедренного или прямоугольного треугольника. Сочленовный отросток в каудальной проекции высокий с узким межфасеточным пространством. Нижняя сочленовная фасетка в 1,5-1,8 раза длиннее верхней. Длина сочленовного отростка меньше длины коронарного на 0,15 мм и более. Расположение подбородочного отверстия вариабельно (позиции I – IV), находится под разными частями тригониды или на границе тригониды-талониды.

Таблица 7

Промеры зубов верхней челюсти (в мм) *Sorex caecutiens* (группы сохранности I, II), пещера Махневская Ледяная, Пермский край.

№ коллекции	MI-ML 2010-1	MI-ML 2010-2
Промеры / Группа сохранности	II	II
длина P4/ширина P4	1,3/1,3 (1)	1,3/1,2 (1)
длина M1/ширина M1	1,25-1,3/1,2-1,3 (2)	1,3/1,2 (1)
длина M2/ширина M2	1,15-1,25/1,05-1,15 (2)	1,3/1,1 (1)

Задний край коронки переднего резца расположен под границей протокониды и гипокониды p4. Лабиальный цингулом широкий у p4 и узкий у коренных зубов. Длина p4 больше его высоты. Выемка между протоконидом и гипоконидом p4 слабо развита. Нижний край коронки m1 имеет слабую вогнутость, либо прямой, края m2, m3 – прямые. Лингвальные цингуломы широкие. Пигментированная часть m1 составляет менее половины высоты коронки. Гипокониды P4, M1, M2 не пигментированы. Лингвальные края

коронки М1, М2 со слабой выемкой. Верхние стенки бассейна тригона не пигментированы.

### *Sorex araneus* LINNAEUS, 1758

**Материал:** 12 правых нижних челюстей (№ MI-ML2010-1/170,176,182; № MI-ML2010-2/221, 222, 223, 226; № MI-ML2010-3/233, 234; № MI-ML2012-2/29; № MI-ML2012-3/37; № MI-ML2012-4/6). 9 левых нижних челюстей (№ MI-ML2010-1/ 123, 132; № MI-ML2010-2/ 212, 213, 215, 217, 219; № MI-ML2010-3/ 231, 232). 3 правые верхние челюсти (№ MI-ML2010-1/167; № MI-ML2010-2/229; № MI-ML2012-3/40). 2 левые верхние челюсти (№ MI-ML2010-1/166; № MI-ML2010-3/244). Типы сохранности I, II (табл. 8, 9).

**Описание материала:** Землеройка крупных размеров. Нисходящая ветвь нижней челюсти превосходит по высоте коронки коренных зубов, со слабой вогнутостью под задним корнем m1. Восходящая ветвь широкая. Задний край венечного отростка слегка вогнутый, передний край прямой. Нижняя часть переднего края венечного отростка образует тупой угол с нисходящей ветвью. Внутренняя височная ямка в форме равнобедренного треугольника, либо в основании внутренний угол близок к 70°, а внешний прямой или около 95° (т.е. различия между величинами углов не очень резкие). Венечный отросток длиннее сочленовного, разница превышает 0,3 мм. Сочленовный отросток низкий (каудальная проекция) с широкой нижней сочленовной фасеткой и узкой верхней (соотношение по длине 1,3 – 1,6), межфасеточное пространство широкое. Подбородочное отверстие расположено под тригономидом (под задней частью протокониды) или под границей тригоноида-талонида (I, II позиции). Задний край коронки переднего нижнего резца находится под передней или средней частями коронки р4. Между протоконидом и гипоконидом у р4 расположена глубокая выемка. Цингулюм р4 с лабиальной стороны хорошо выражен и относительно шире цингулюмов коренных зубов. Нижний край коронки m1 имеет слабую изогнутость или прямой, m2 и m3 – прямой. Лингвальные цингулюмы коренных зубов шире лабиальных, край коронки m1 и m3 – прямой, m2 со слабой выпуклостью под метаконидом. Пигментированная часть не стертых m1 составляет половину и более от общей высоты коронки. Гипокониды Р4, М1, М2 слабо пигментированы.

Примеры зубов и нижнечелюстной ветви (в мм) *Sorex araneus*  
(группы сохранности I, II), пещера Махневская Ледяная, Пермский край

№ коллекции	MI-ML 2012-2	MI-ML 2012-3	MI-ML 2012-4	MI-ML 2010-1		MI-ML 2010- 2	MI-ML 2010-3	
				I	II		I	II
Примеры/ Группа сохранности	I	I	I	I	II	I	I	II
1	-	-	-	-	-	4,1 (1)	3,85-3,9 (2)	-
2	-	-	3,05 (1)	2,8-3,0 (2)	-	3,05-3,15 (5)	2,9-3,0 (2)	-
3	-	-	1,8 (1)	1,6-1,75 (2)	-	1,65-1,85 (7)	1,65-1,75 (2)	-
4	1,55 (n=1)	-	1,45 (1)	1,35-1,4 (2)	-	1,4-1,55 (8)	1,4 (2)	1,5 (1)
5	-	-	-	-	-	1,1 (2)	1,0 (2)	1,05 (1)
6	-	-	-	3,7-3,85 (2)	-	3,85 (1)	3,45 (1)	3,55 (1)
7	-	-	1,45 (1)	1,35-1,4 (2)	-	1,35-1,65 (4)	1,35 (1)	-
8	-	-	-	1,3-1,4 (2)	1,25-1,35 (2)	1,25-1,55 (6)	1,25-1,45 (3)	1,3 (1)
9	-	-	-	2,65-2,85 (2)	2,5-2,7 (2)	2,75 (1)	2,5-2,8 (3)	2,55 (1)
10	-	1,95 (1)	-	2,15-2,25 (2)	2,15-2,2 (2)	2,1 (1)	2,1-2,2 (3)	-
11	-	-	-	4,85-4,95 (2)	4,45-4,9 (2)	4,7 (1)	4,55-4,65 (3)	4,6 (1)
12	-	4,25 (1)	-	4,5-4,75 (2)	4,6-4,75 (2)	4,65 (1)	4,3-4,55 (3)	4,35 (1)
13	-	-	1,0 (1)	0,95 (1)	-	1,0 (2)	-	-
14	-	-	-	8,8-8,85 (2)	-	-	7,95 (1)	-
15	-	-	1,25 (1)	1,25-1,3 (2)	-	1,25 (1)	-	-
16	-	-	-	1,2-1,25 (2)	-	1,2-1,3 (2)	-	-
17	-	-	-	1,05-1,15 (2)	-	1,15 (2)	-	-
18	-	-	-	1,2-1,35 (2)	-	1,3 (2)	-	-
19	-	-	-	0,6-0,75 (2)	-	-	-	-
20	II (1)	-	I (1)	I (1) II (1)	-	I (3) II (5)	I (1)	-

Описание промеров см. в табл. 6.

Таблица 9

Промеры зубов верхней челюсти (в мм) *Sorex araneus* (группы сохранности I, II), пещера Махневская Ледяная, Пермский край

№ коллекции	MI-ML 2010-1	MI-ML 2010-2	MI-ML 2010-3	MI-ML 2012-3
Промеры/ Группа сохранности	II	I	I	I
длина P4/ ширина P4	1,6/1,6 (1)	1,55/1,55 (1)	1,5/1,5 (1)	1,7/1,55 (1)
длина M1/ ширина M1	—	—	1,65/1,5 (1)	1,7/1,55 (1)
длина M2/ ширина M2	—	—	1,6/1,3 (1)	—

Пигментация верхних стенок бассейна тригона наблюдается в основании паракона и протокона M1 и M2. Передняя стенка коронки P4 слабо вогнута. Лингвальная сторона коронки M1 прямая или со слабой вогнутостью.

### *Sorex isodon* TUROV, 1924

**Материал:** **9 правых нижних челюстей** (№ MI-ML2010-1/122, 130, 169, 172, 173, 178; № MI-ML2010-2/199, 200, 210); **12 левых нижних челюстей** (№ MI-ML2010-1/117, 120, 121, 124, 126, 129, 131, 133, 134, 177; № MI-ML2010-2/225; № MI-ML2010-3/236); **4 фрагмента черепа с правой и левой челюстями** (№ MI-ML2010-1/155, 156, 190; № MI-ML2010-2/204); **1 правая верхняя челюсть** (№ MI-ML 2012-4/5); **2 левые верхние челюсти** (№ MI-ML2010-1/159; № MI-ML2010-2/230). Типы сохранности I, II (табл. 10, 11).

**Описание материала:** Землеройка крупных размеров. По основным признакам схожа с *Sorex araneus*. Отличается от этого вида формой венечного отростка, вершина которого шарообразная, внутренняя височная ямка в форме неправильного треугольника со скошенными в каудальном направлении внутренним и внешним углами. Венечный отросток по длине немногим превосходит длину сочленовного отростка (не более чем на 0,25 мм), либо они равны или сочленовный отросток длиннее венечного. Сочленовный отросток высокий в каудальной проекции с широким межфасеточным пространством, верхняя сочленовная фасетка в 1,3-1,4 раза меньше нижней. Подбородочное отверстие расположено под

Промеры зубов и нижнечелюстной ветви (в мм) *Sorex isodon*  
(группы сохранности I, II), пещера Махневская Ледяная, Пермский край

№ коллекции	MI-ML2010-1		MI-ML2010-2		MI-ML2010-3
	I	II	I	II	
Промеры/Группа сохранности					I
1	3,95-4,9 (2)	3,9-4,05 (9)	—	4,0 (3)	—
2	2,95-3,05 (2)	2,85-3,05 (11)	—	3,0-3,05 (3)	—
3	1,7-1,8 (2)	1,6-1,8 (12)	1,7 (1)	1,75-1,8 (3)	1,75 (1)
4	1,4-1,5 (2)	1,4-1,5 (12)	—	1,4-1,5 (3)	—
5	1,1-1,15 (2)	1,1-1,15 (10)	—	1,1-1,15 (3)	—
6	3,55-3,65 (2)	3,6-3,75 (12)	—	3,55-3,65 (3)	—
7	1,35 (1)	1,25-1,4 (12)	—	1,35-1,4 (3)	1,4 (1)
8	1,4 (1)	1,3-1,45 (13)	—	1,3-1,4 (3)	—
9	2,4-2,45 (2)	2,35-2,65 (11)	—	2,45-2,65 (3)	—
10	2,25-2,55 (2)	2,35-2,6 (11)	—	2,5-2,55 (2)	—
11	4,4-4,6 (2)	4,4-4,75 (12)	—	4,65 (3)	—
12	4,6-4,8 (2)	4,45-4,8 (11)	—	4,65-4,75 (2)	—
13	—	0,95 (2)	—	0,95(2)	—
14	8,95 (1)	8,5-9,15 (9)	—	8,95-9,0 (2)	—
15	0,85 (1)	0,85-1,1 (12)	—	0,95-1,05 (2)	—
16	1,25 (1)	1,15-1,3 (9)	1,2 (1)	1,2-1,3 (2)	1,25 (1)
17	1,05-1,15 (2)	0,95-1,1 (9)	1,15 (1)	1,05-1,15 (2)	1,05 (1)
18	1,3 (1)	1,2-1,35 (10)	1,3 (1)	1,3 (2)	1,25 (1)
19	0,55 (1)	0,55-0,65 (10)	—	0,6-0,65 (2)	—
20	IV (2)	IV (12)	IV (1)	IV (3)	IV (1)

Промеры зубов верхней челюсти (в мм) *Sorex isodon* (группы сохранности I, II), пещера Махневская Ледяная, Пермский край

№ коллекции	MI-ML 2010-1	MI-ML 2010-2	
	II	I	II
длина P4/ ширина P4	1,55-1,65/1,5-1,6 (2)	—	1,5/1,55 (1)
длина M1/ ширина M1	1,5-1,6/1,55-1,6 (2)	—	—
длина M2/ ширина M2	1,5/1,3 (1)	1,5/1,3 (1)	—

тригонидом (под вершиной протокониды, чаще под передней частью протокониды) – IV позиция. Между протоконидом и гипоконидом р4 слабая выемка. Пигментированная часть не стертых m1 составляет половину и менее от общей высоты коронки. Гипокониды P4, M1, M2 не пигментированы. Пигментация верхних стенок бассейна тригона доходит до основания метакона. Передняя стенка коронки P4 слабо вогнута или прямая. Лингвальная сторона коронки M1 со слабой вогнутостью.

Все челюсти ископаемых бурозубок среднеразмерного и крупноразмерного классов хорошо дифференцируются по морфологии и размерным признакам. На таком малочисленном материале невозможно установить определенную специфичность признаков геологически разновозрастных выборок каждого вида. Этот вопрос требует отдельного изучения с привлечением нового материала.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Костные остатки насекомоядных млекопитающих из интактных отложений пещеры Махневская Ледяная дифференцированы на три типа сохранности, которые характеризуются наличием или отсутствием минеральных образований на поверхностных слоях, цветом, степенью деформации поверхности кости и эмали зубов. Самые многочисленные среди этих остатков – нижние челюсти бурозубок трех видов *Sorex araneus*, *Sorex isodon* и *Sorex caecutiens*. Обыкновенная бурозубка преобладает в остатках I типа сохранности, к которой относятся и кости крота, ежа, белозубки,



малой бурозубки. Кости средней и равнозубой бурозубок доминируют в костях типов сохранности II и III, и большее количество их обнаружено в верхних слоях. На данный момент можно предположить по этим данным, что отложения дальнего грота пещеры Махневская ледяная содержит минимум три разновременных фауны, из которых самая древняя характеризуется I типом сохранности, к которому относятся и кости дикообраза, медведей, благородных оленей, желтогорлой мыши. Ископаемые фауны I и II типов образованы, вероятнее всего, в периоды наибольшей обводненности грунта. В результате таких процессов на поверхностях костей и эмали зубов осаждались диффузно-точечные и дендритные минеральные образования черного цвета, которые являются железомарганцевыми оксидами. Порода под действием потока воды перемешивалась, поэтому нижние слои интактных отложений содержат смесь костей I и II типов сохранности.

*Работа частично выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-04-00165.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булатова Е.С. Морфологические аспекты оценки качества среды / Е.С. Булатова [и др.] // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование. Труды Тигирекского заповедника. – Вып. 3. – Барнаул, 2010. – С. 272-275.
2. Зайцев М.В. Насекомоядные млекопитающие позднего антропогена Южного Урала / М.В. Зайцев // История современной фауны Южного Урала. – Свердловск, 1992. – С. 61-80.
3. Зайцев М.В. Насекомоядные млекопитающие (Insectivora) позднего плейстоцена Северного Кавказа / М.В. Зайцев, В.А. Осипова // Зоологический журнал. – № 7. – 2004. – Т.83. – С. 851-868.
4. Косинцев П.А. Находки дикообраза *Hystrix vinogradovi* и гималайского медведя *Ursus thibetanus* в позднем плейстоцене Среднего Урала / П.А. Косинцев, И.Н. Подопригора // Териофауна России и сопредельных территорий (VII съезд Териол. о-ва): Матер. Междунар. совещ., 6-7 февраля 2003 г. – М., 2003. – С. 175.
5. Фадеева Т.В. Мелкие млекопитающие Пермского Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене / Т.В. Фадеева, Н.Г. Смирнов.

– Екатеринбург: Гощицкий, 2008. – 172 с.

6. Фадеева Т.В. Результаты исследований зоогенных отложений пещеры Махневская Ледяная (Пермский край) / Т.В. Фадеева [и др.] // Пещеры. Сборник научных трудов. – Вып. 34. – Пермь, 2011. – С.71-99.

7. Фадеева Т.В. Первая находка ископаемых костей белозубок в пещерных отложениях Пермского Предуралья / Т.В. Фадеева // VIII Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода: Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований, г. Ростов-на-Дону: Сб. статей. – Ростов н/Д: Издательство ЮНЦ РАН, 2013. – С. 653-655.

8. Фадеева Т.В. Видовая идентификация нижних челюстей обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*) и равнозубой бурозубки (*Sorex isodon*) из пещеры Большая Махневская (Пермское Предуралье) / Т.В. Фадеева // Динамика современных экосистем в голоцене: материалы Третьей Всеросс. науч. конф. (с междунар. участием). – Казань: Отечество. 2013. – С. 332-336.

9. Baryshnikov G.F. Pleistocene small porcupine from the Ural Mountains, Russia with note on taxonomy of *Hystrix vinogradovi* (Rodentia, Hystricidae) / G.F. Baryshnikov // Russian Journal of Theriology. – 2003. – Vol. 2, № 1. – P. 43-47.

10. Baryshnikov G.F. The Pleistocene black bear (*Ursus thibetanus*) from the Urals (Russia) / G.F. Baryshnikov // Lynx. – Praha: Narodni museum, 2001. – № 32. – P. 33-43.

11. Carraway L.N. A key to recent Soricidae of the western United States and Canada based primarily on dentaries / L.N. Carraway // Occasional papers of the National History Museum the University of Kansas. – 1995. – № 175. – P. 1-49.

12. Cleef-Roders J.T. van Dental morphology of *Talpa europaea* and *Talpa occidentalis* (Mammalia: Insectivora) with a discussion of fossil *Talpa* in the Pleistocene of Europe / J.T. van Cleef-Roders, L.W. van Hoek Ostende // Zoologische Mededelingen. – 2001. – № 75 (2). – P. 51-68.

13. Cukrowskaa E.M. The chemical removal of manganese dioxide coatings from fossil bones from the Cradle of Humankind, South Africa / Cukrowskaa E.M. [et al.] // South African Journal of Science. – 2005. – № 101. – P.1-3.

14. Gázquez F. Black Mn-Fe crusts as palaeoenvironmental markers / F. Gázquez, J. Calaforra, P. Forti // International Journal of Speleology.

– 2011. – 40 (2). – P. 163-169.

15. Gázquez F. Boxwork and ferromanganese coatings in hypogenic caves: An example from Sima de la Higuera Cave (Murcia, SE Spain) / F. Gázquez, J. Calaforra, F. Rull // *Geomorphology*. – 2012. – № 177–178. – P. 158-166.

16. Kowalski K. Insectivores, bats and rodents from the early Pleistocene bone breccia of Podlesice near Kroczyce (Poland) / K. Kowalski // *Acta Palaeontologia Polonica*. – 1956. – 1. – P. 331-394.

17. Lopez-Gonzalez F. Deciphering bone depositional sequences in caves through the study of manganese coatings / F. Lopez-Gonzalez, A. Grandal-d'Anglade, J. Vidal-Romanı // *Journal of Archaeological Science*. – 2006. – № 33. – P. 707-717.

18. Pindborg J. The pigmentation of the rat incisor as an index of metabolic disturbances / J. Pindborg // *Oral Surgery. Oral Medicine. Oral Pathology*. – 1953. – № 6(6). – P. 780-789.

19. Poitevin F. Biologie evolutive des populations ouest-europeennes de *Crocidures*. 1. Criteres d'identification et repartition biogeographique de *Crocidura russula* (Hermann, 1780) et *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) / F. Poitevin [et al.] // *Revue d'Ecologie (REV-ECOL – TERRE VIE)*. – 1986. – № 41. – P. 299-314.

20. Popov V.V. Late Pliocene Erinaceidae and Talpidae (Mammalia: Insectivora) from Varshets (North Bulgaria) / V.V. Popov // *Acta zoologica cracoviensia*. – 2004. – № 47 (1-2). – P. 61-80.

21. Reumer J.W.F. Shrews (Mammalia: Soricidae) from a Bronze Age deposit in Cyprus with the description of a new subspecies / J.W.F. Reumer, U. Oberli // *Bonner zoologische Beiträge*. – 1988. – № 39 (4). – P. 305-314.

22. Rzebik-Kowalska B. Erinaceomorpha and Soricomorpha (Mammalia) from the Late Pleistocene and Holocene of Krucza Skata Rock Shelter and Komarowa Cave (Poland) / B. Rzebik-Kowalska // *Acta zoologica cracoviensia*. – 2006. – № 49 (1-2). – P. 83-118.

23. Rzebik-Kowalska B. New data on Soricomorpha (Lipotyphla, Mammalia) from the Pliocene and Pleistocene of Transbaikalia and Irkutsk Region (Russia) / B. Rzebik-Kowalska // *Acta zoologica cracoviensia*. – 2007. – № 50 (1-2). – P. 15-48.

24. Shahack-Gross R. Black-Coloured Bones in Hayonim Cave, Israel: Differentiating Between Burning and Oxide Staining / R. Shahack-Gross // *Journal of Archaeological Science*. – 1997. – № 24. – P. 439-446.

25. Spilde M.N. Ferromanganese deposits in the caves of the Guadalupe mountains / M.N. Spilde, D.E. Northup, P.J. Boston // *Caves and Karst of Southeastern New Mexico*. 57 Field Conference. New Mexico Geological Society Guidebook. – 2006. – P. 161-166.

26. Stein G. Pigmentation of the enamel of albino rat incisor teeth / G. Stein, P.E. Boyle // *Archives of Oral Biology*. – 1959. – № 1. – P. 97–105.

27. Yong-Xiang L. *Erinaceus europaeus* fossils (Erinaceidae, Insectivora) from the Middle Pleistocene cave site of Shanyangzhai, Hebei Province, China / L. Yong-Xiang, Z. Yun-Xiang, Z. Yan-Hong // *Quaternary International*. – 2013. – Vol. 286. – P. 75-80.

28. Yong-Xiang L. *Sorex* fossils (Soricidae, Insectivora) from the Middle Pleistocene cave site of Shanyangzhai, Hebei Province, China / L. Yong-Xiang, Z. Yun-Xiang, A. Hong // *Quaternary International*. – 2013. – Vol. 298. – P. 187-195.

29. Zaitsev M.V. Late Anthropogene Insectivora from the South Urals with a Special Reference to Diagnostics of Red-Toothed Shrews of the Genus *Sorex* / M.V. Zaitsev // *Quaternary Paleozoology in the Northern Hemisphere*. – Illinois State Museum Scientific Papers, Springfield. – 1998. – Vol. XXVII. – P. 145-158.

# ИСКУССТВЕННЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА

---

## ARTIFICIAL UNDERGROUND SPACES

*А.А. Гунько*

*Русское географическое общество, Набережные Челны*

### МЕДНЫЙ РУДНИК У СЕЛА ШЕРЕМЕТЬЕВКА (ТАТАРСТАН)

---

*A.A. Gunko*

*Russian Geographic Society, Naberezhnye Chelny*

### COPPER MINING NEAR THE VILLAGE OF SHEREMETYEVKA (TATARSTAN)

#### Summary

Sheremetievskiy Copper mine is located in Nizhnekamsk region in Republic of Tatarstan, Russia. It's of great interest as the mining history relics. The mine is 76 meters long. It was exploited in the 18–19th centuries. There are other traces of mining – inaccessible shafts and galleries near this copper mine.

Село Шереметьевка (в прошлом Богородское) расположено в Нижнекамском районе Республики Татарстан в 7,5 км к юго-востоку от пгт. Камские Поляны и в 27 км к юго-западу от г. Нижнекамска на берегу р. Уратьмы. Первые упоминания о медных рудниках на территории этой части современного Нижнекамского района мы находим в записках капитана Николая Рычкова, который посетил их в период работы Академической экспедиции, проходившей здесь под общим руководством П. С. Палласа. В июне 1770 г. Рычков специально выезжал и подробно описывал Полянский рудник, находившийся у с. Полянки (ныне Камские Поляны). Рудник принадлежал Берсутскому меднолитейному заводу, которым владел купец Артемий Маленков. Выработки этого завода в большинстве находились на левой луговой стороне Камы, а Полянский среди них, как отмечал Рычков, был в числе наилучших. Здесь же располагались и другие «рудокопные ямы», принадлежавшие заводчикам Осокину и Кобелеву [3].

В 2012 г. группой нижекамских краеведов (Ф. Кадыров и др.) после опроса местных жителей на окраине Шереметьевки был обнаружен вход в старую горную выработку. Осенью 2012 г. она была обследована автором. Осмотр внутренней части, а также поверхности близ нее позволил нам заключить, что мы имеем дело с медным рудником.

Вход расположен в 350 м к западу от южной оконечности села на склоне широкой балки (юго-западная экспозиция) на абс. высоте около 110 м. Балка устьевой частью сливается с долиной р. Кривая Речка, правого притока р. Уратьмы. В 70-100 м к востоку от входа находится карьер местного значения, вскрывающий верхнюю часть толщи пермского песчаника, в котором заложена выработка.

Вход в выработку представляет собой небольшую щель 40x70 см со следами оруденения (рис. 1). По всей видимости, ранее здесь располагался один из основных входов, который в процессе активного гравитационного роста был заполнен продуктами обрушения. Современный же вход находится приблизительно в 1,5–2 м выше от него и образовался за счет сближения линии свода обрушения и участка с поверхностной выборкой руды. Через узкий лаз можно проникнуть в зал № 1, вытянутый с северо-запада на юго-восток. Его длина 11,5 м при ширине 2,5–2,8 м и высоте до 1,5 м. Зал на всем своем протяжении является вторичной полостью, образовавшейся при обрушении широкого штрека. Ныне свод обрушения достиг естественного равновесия. Старые надписи и закопчение на сводах зала свидетельствуют о том, что процесс разрушения замедлился. От центральной части зала в южном направлении протягивается широкий ход длиной 2,6 м, заканчивающийся завалом. Вероятно, в этом направлении выработка имела еще один выход на поверхность, в настоящее время погребенный под толщей склоновых отложений. В юго-восточном направлении из зала тянется узкий лаз, который через 3–4 м становится непроходимым.

Из зала имеется два хода в северо-восточном направлении. Первый от привходовой части является продолжением штольни, над которой образован современный вход. Ход вначале понижается, затем через низкий, но широкий лаз приводит в следующий зал (№ 2), длина которого 8,5 м при ширине до 3,0 м и высоте свыше 2,5 м. Зал, как и в первом случае, является вторичной полостью, однако находится в активной стадии формирования свода. Пол его повсеместно выполнен крупными глыбами песчаника, а потолок

рассечен многочисленными трещинами и сильно порушен, в результате чего имеет клиновидное сечение и обвалоопасен. На юго-восток от зала № 2 развита система низких, высотой 0,4-0,6 м извилистых лазов. Именно с этими лазами соединяется второй ход из основного зала № 1. Очевидно, что все они представляют собой продукт разрушения более узких галерей выработки и их последующего вертикального дрейфа.



Рис. 1. Вход в рудник Шереметьевский-1

Из зала № 2 в северо-западном направлении идет наклонная галерея шириной 2-2,5 м, имеющая ступенчатый потолок. Пол галереи покрыт обломками песчаника, через 6,5 м пол становится пологим, и галерея разветвляется на два штрека. Один с небольшим изгибом протягивается в северо-западном направлении на 11 м. Второй – в юго-западном на расстояние 13 м. Кроме того, в его западной стене имеется небольшое ответвление длиной 2,6 м. На протяжении обоих штреков выработка сохранила свою первичную морфологию, и мы можем проследить, как велась проходка. Горняки проходили штрек высотой 1,3-1,6 м при ширине 1,4-1,5 м. В стенах делались углубления, а в своде подрубка для установки деревянной крепи. Крепление производилось неполным дверным

окладом из цельных древесных стволов. Верхняк укладывался на стойки плашмя либо в небольшой паз-подрубку. Хорошо сохранилось 6 окладов, которые, несмотря на утерю качества (трухлявость), продолжают стоять. Все оклады прямоугольной формы и соответствуют поперечному сечению штреков (рис. 2).



Рис. 2. Участок выработки с сохранившейся крепью

Проходка столь узкого сечения и малой высоты штрека впервые встречается в Татарстане. Как правило, прямоугольные выработки, обследованные на территории нижнего Прикамья, имеют ширину 1,8-2,0 м при высоте 1,5-1,8 м [1, 2]. Возможно, мы имеем дело с разведочным забоем, который велся по двум направлениям в пределах одного горизонта и был остановлен либо после неудачной попытки поиска, либо после полной выработки скудных рудных гнезд. Необычны и пазы для крепи. Чаще всего в Прикамье встречаются пазы, которые располагаются в стенах выработки на уровне свода. Они использовались для фиксации верхняка и делались согласно размеру его ствола. При этом стойки также использовались и поддерживали верхняк в соответствии с традиционным неполным окладом. В случае же с Шереметьевским рудником горняками вырубались углубления для всех элементов оклада и в стенах, и в потолке. Это способствовало более свободному перемещению рудокопов по линии узкого штрека, где крепь можно было случайно зацепить и обрушить. Тем не менее в руднике имелись и широкие штреки – именно при их обрушении образовались залы № 1 и 2.



Общая протяженность доступных частей рудника – 76 м (рис. 3). В зимнее время выработка является убежищем для летучих мышей. Кроме этого, в ней обнаружены многочисленные следы обитания лисицы.

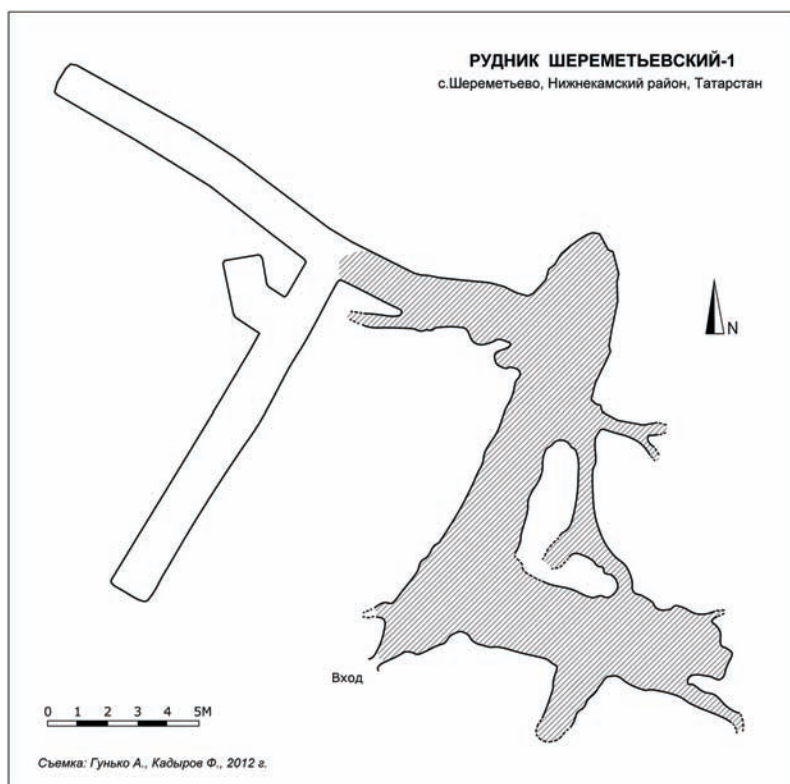


Рис. 3. План рудника Шереметьевский-1 (съемка А. Гунько, Ф. Кадырова, 2012 г.)

Рудник Шереметьевский-1 как объект истории горного дела представляет несомненный интерес, однако посещение его не рекомендуется, поскольку высока опасность дальнейших обрушений.

К сожалению, отсутствует возможность точной датировки рудника и приписки его к работам какого-либо горного предприятия Прикамья, поскольку на этом участке левобережья р. Камы располагались рудники пяти различных меднолитейных заводов. Можно предположить, что рудник работал в период конца XVIII – первой половины XIX в.

Перед входом в выработку имеются отвалы пустой породы на площади более 200 м<sup>2</sup>. Их расположение, а также обнажение песчаника, в котором находится вход в рудник, могут указывать на то, что месторождение эксплуатировалось не только подземным способом, но и так называемым развалом (открытые разработки).

В 50-70 м к северо-западу от рудника Шереметьевский-1 выше по логу расположен точильный ров и отвалы другого рудника, вход в который полностью погребен. Он получил условное название Шереметьевский-2 и при необходимости может быть вскрыт для изучения.

В 100 м к северо-западу от него, на поверхности местного водораздельного плато, была обнаружена замусоренная воронка диаметром 4-5 м с характерным концентрическим отвалом. Ранее здесь располагался шахтный ствол, который был полностью законсервирован или закрыт перекрытием. Таким образом, мы имеем дело с комплексным освоением недр массива, при котором добыча велась как открыто, так и при помощи штолен и шахт.

Исследование памятников горного дела в долине р. Уратьмы должно быть продолжено. На наш взгляд, описанная группа выработок в окрестностях Шереметьевки может быть не единична. Несмотря на то, что местному населению не известно в окрестностях других входов в «пещеры», поверхностные следы медных рудников можно также прогнозировать на высотах 107-115 м между селами Шереметьевка и Нариман.

*Автор выражает благодарность Ф. Кадырову и Д. Газизову за помощь в исследованиях.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гунько А.А. Исследования медных рудников XVII–XIX вв. в Татарстане / А.А. Гунько // Пещеры. – Пермь, 2008. – Вып. 31. – С. 74-89.
2. Гунько А.А. К дискуссии о «шведских» горных работах в Нижнем Прикамье / А.А. Гунько // Прикамский регион: география, история и культура: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (18–19 апреля 2013 г.): сб. науч. тр. – Набережные Челны: НИСПТР, 2013. – С. 23-28.
3. Рычков Н.П. Журнал или дневные записки путешествия капитана Рычкова по разным провинциям Российского государства 1769 и 1770 годов / Н.П. Рычков. – СПб., 1770. – Ч. 1.

<sup>1</sup>А.А. Гунько, <sup>2</sup>С.К. Кондратьева

<sup>1</sup>*Русское географическое общество, Набережные Челны,*

<sup>2</sup>*Музей-заповедник «Дивногорье», Воронеж*

## **ЗАПАДНЫЙ ФРАГМЕНТ ПЕЩЕРНОГО КОМПЛЕКСА ДИВНОГОРСКИЙ-3**

---

<sup>1</sup>A.A. Gunko, <sup>2</sup>S.K. Kondratyeva

<sup>1</sup>*Russian Geographic Society, Naberezhnye Chelny*

<sup>2</sup>*Natural architectural and archaeological museum-reserve «Divnogorye»,  
Voronezh*

## **THE WESTERN FRAGMENT OF THE CAVING COMPLEX DIVNOGORSKIY-3**

### **Summary**

The cave Divnogorskaya-3 is situated in Liski district, Voronezh region. The investigated fragment of the cave is 13 meters long. It is quite possible that in the middle of the 19th century the peasants Kurbatov and Shatov began to dig the cave from just that plot.

Музей-заповедник «Дивногорье», расположенный на территории Лискинского района Воронежской области, широко известен пещерными памятниками культового назначения. Рукотворные пещерные комплексы в Больших и Малых Дивах, Шатрищегорская пещера, пещеры Дивногорская-3 и Дивногорская-4 представляют большую культурно-историческую ценность и ежегодно привлекают в музей-заповедник тысячи посетителей. Тем не менее, большинство Дивногорских пещер остаются недостаточно изученными, некоторые в силу труднодоступности. Это относится в первую очередь к пещере Дивногорская-3, вход в которую находится в отвесных меловых скалах в 1,18 км к северо-востоку от Дивногорского монастыря и в 800 м к западу от с. Селявное. Об истории пещерного комплекса известно из работы П. В. Никольского, в которой сообщается, что начало пещерокопанию здесь было положено в 1851 г. крестьянином Щучьей слободы Острогжского уезда Петром Курбатовым. С 1853 г. к нему присоединился крестьянин из Бирюченского уезда Никифор Шатов. Несколько

позднее пещеры были переданы в надзор начальству Дивногорского монастыря [2, 3]. Известно также, что пещеры подверглись доработке, произведенной «старанием искусного в резании пещер поселения слободы Лыски Михаила Палеева» [3].

В первой половине XX в. многие Дивногорские пещеры подверглись разрушению. Скала, в которой размещался пещерный комплекс Дивногорский-3, была подорвана. К сожалению, точная дата, когда это произошло, неизвестна. По сообщению местных жителей, это случилось в 1943 г. в целях получения строительного материала для ремонта железной дороги, разрушенной в процессе боевых действий. Так или иначе, результатом взрыва стало обрушение передовой части мелового останца-дивы, а вместе с ним и ближней части пещерного комплекса.

Первые исследования комплекса в 1970-е гг. предприняли спелеологи Воронежской секции. Они составили схематичный план пещеры, назвав ее «Ухо» за характерную форму одного из входов (на схемах она также фигурировала как «Большое Ухо», а среди местных была известна как «Марс»). В этот период в комплекс имелось три входа. Один из них – нижний, фигурировавший на схемах как вход № 1, позднее оказался непроходимым.

В 1980–90-е гг. комплекс активно посещается спелеологами и туристами. В 1997 г. его обследуют спелеологи Харьковского клуба «Вертикаль» и в том же году московские спелеологи из группы «Летучая Мышь» (Ю.А. Долотов и др.). В 1999 г. он обследован воронежским историком В.В. Степкиным. Материалы его работы в виде исторической справки и краткого описания пещеры были опубликованы в 2004 г. [4]. В 2011 г. им же составлено и опубликовано подробное описание пещерного комплекса с детальным анализом выявленных граффити [5]. В 2012 г. актуальный план пещеры составлен рязанскими спелеологами (М. Леонтьев и др.).

В 2013 г. авторами произведены детальные архитектурные замеры пещерного комплекса Дивногорский-3. В ходе работ был также обследован западный фрагмент комплекса, который в процессе обрушения оказался отрезанным от основной системы и в настоящее время представляет собой отдельную пещеру, требующую более детального рассмотрения и описания в силу большого числа сохранившихся архитектурных элементов (рис. 1).

Как уже отмечалось, этот участок пещеры в 1970-е годы фигурировал как доступный, однако на более поздних схемах он отмечался как заваленный либо вовсе не был отрисован. Другими

словами на рубеже конца 70-х – начала 80-х гг. он окончательно отделился от основной системы. Точка обрушения расположена на участке пересечения хода и крупной тектонической трещины, простирающейся по линии *север – юг*. По результатам обследования комплекса становится очевидным тот факт, что наличие крупных трещин в этой части массива стало существенной проблемой для пещерокопателей, поскольку сильно сузило их возможности. Так, одна из основных галерей, ограничивающих комплекс с востока, достигла по направлению хода крупной трещины, развитой по линии *юго-запад – северо-восток*. Это вполне могло предопределить дальнейшую морфологию комплекса и южной части храма в частности, который приобрел в этом месте изогнутую форму (в плане). Таким образом, устроители пещеры избежали опасного сближения с трещиной.

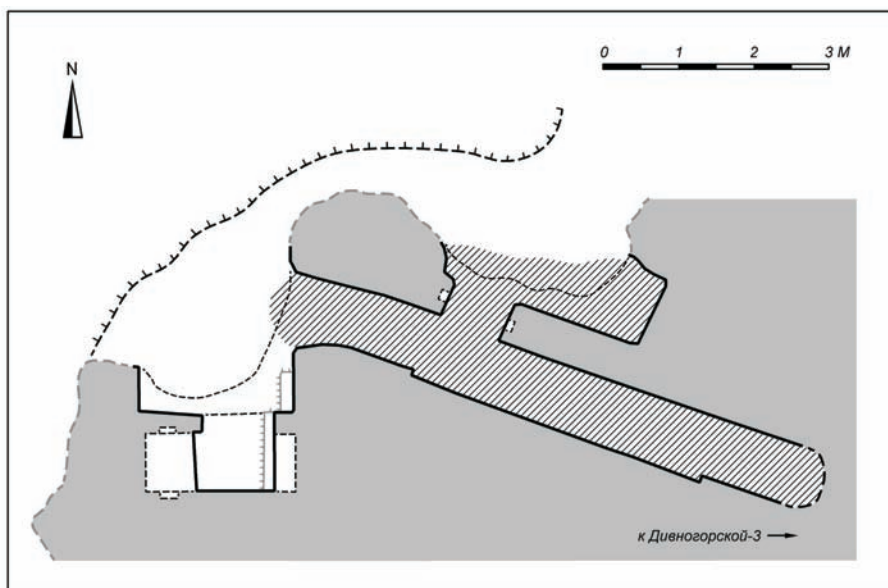


Рис. 1. План Западного фрагмента пещерного комплекса Дивногорский-3 (съемка А.А. Гунько, С.К. Кондратьевой, 2013 г.)

Как мы видим из топографии объекта, общая идея создания комплекса, помимо прочего, предполагала проходку сквозной галереи, огибающей храм. Священник П. Устиновский, посетивший комплекс в 1856 г., писал, что они составляют «*верное полукружие от входа до обратного конца*» [2]. В процессе работ

эта галерея неминуемо пересекала одну из широких трещин. Необходимо заметить, что проблема трещин являлась весьма болезненной для строителей большинства донских пещер, пройденных в мелу. Как правило, тектонические трещины здесь имеют хорошее развитие, в особенности в зонах бокового отпора. При этом трещины заполнены меловой брекчией, которая слабо сцементирована и по принципу песочных часов постоянно сползает в образовавшееся пространство, увлекая за собой и крупные глыбы. Для противодействия этому явлению требовалось крепление участка, например меловыми блоками. Было это выполнено или нет – нам неизвестно, можно лишь констатировать, что в настоящее время в зоне влияния трещин естественные процессы привели к полному изменению первичного рукотворного облика пещер. Так, оказался обособлен западный фрагмент комплекса. Обособленной могла стать и другая часть пещеры, простиравшаяся от храма на юго-запад. Возможно, именно о ней Устиновский писал, что от церкви *«в сторону также довольно длинные пещеры»* [2].

Западный фрагмент комплекса доступен с поверхности в 20 м к юго-западу от входа в комплекс Дивногорский-3<sup>1</sup>. Он расположен на высоте ок. 15 м над железнодорожным полотном в основании скального выступа. Несмотря на значительные разрушения фрагмента, можно выделить три различных функциональных зоны: южная часть привходового помещения; участок галереи; юго-восточная часть кельи (?). Рассмотрим их более подробно.

*Привходовое помещение.* Находится в западной части фрагмента. Ранее имело размер не менее чем 2,1 x 2,2 м, ныне сохранилась лишь его южная часть и восточная стена. Сравнение фотоматериалов позволило заключить, что именно это помещение фигурирует на иллюстрации Н. Е. Макаренко, который кратко характеризует Дивногорские пещеры в своем очерке «Археологические исследования 1907–1909 годов» (рис. 2).

Деляя общее описание, он отмечает: *«Узкий коридор имеет у входа камеру, как это наблюдается почти во всех пещерах Дивногорья; к этой камере присоединена еще боковая маленькая, их разделяет меловая же стенка; в маленькой камере, едва удобной для помещения одного человека, как напр., в недоступной пещере между Селявным и монастырем, имеется небольшая ниша, значительный выступ у стены»* [1].

---

<sup>1</sup> Длина фрагмента – 13 м

Внутри с улицы можно было попасть через дверь, которая, как мы полагаем, находилась в западной стене помещения, вероятно, здесь же имелось и небольшое окно. Помещение достигало высоты около 2,3-2,4 м. В южной стене, как и описывает Макаренко, оно имеет небольшую камеру.



Рис.2. Фото Н.Е. Макаренко, 1911 г. (слева) [2];  
современное фото этого же помещения, 2013 г. (справа)

Вход в камеру шириной 0,9 м сейчас не имеет преграды, которая просматривается на старом снимке. Глубина камеры – 0,9 м. Внутри она имеет полуциркульный свод высотой 1,8 м. По обеим сторонам на высоте 0,8-0,9 м расположены глубокие сводчатые ниши: восточная размером 0,57 x 0,4 x 0,56 м; западная размером 0,79 x 0,54 x 0,68 м<sup>1</sup>. В боковых стенках западной ниши вырублены небольшие углубления. В тыловой стене камеры вблизи восточной ниши прослеживаются следы недорубленного сводчатого киота. Под восточной нишей расположен уступ, выдающийся на 0,15-0,2 м. Слева от камеры у восточной стены помещения находится еще один каменный выступ, хорошо заметный как на старом, так и

<sup>1</sup> Ширина, глубина, высота (по тыловой стенке).

на современной снимке. На этой же стене на высоте 1,5 м можно видеть следы прямоугольного (ступенчатого?) киота. Пол помещения завален обрушенной породой.

*Участок галереи.* Вход в галерею находится в восточной стене привходового помещения. Ее ширина в устье 1,0 м и далее по линии простирания колеблется в пределах 0,8-0,9 м. Повсеместно сводчатый потолок нарушен небольшой трещиной. Галерея на всем протяжении заполнена меловой крошкой и обломками, передвигаться по ней можно только ползком. Через 7,5 м она заканчивается непроходимым завалом. В 2 м от устья галереи в ее северной стене имеется сводчатый проход в еще одно помещение.

*Келья.* Из галереи, а также с поверхности через огромный пролом можно попасть к фрагменту прямоугольного помещения, который в настоящее время почти целиком погребен под обломками. Ранее из галереи в него имелся проход шириной 0,76 м, оборудованный дверью – в стенах прохода сохранились пазы дверного косяка. По одной из стен помещение имело ширину 2,5-2,8 м, а высота его свода, вероятно, превышала 1,8 м. До разрушения помещение могло иметь сложную форму и связь с поверхностью.

Согласно описаниям Макаренко именно здесь располагался главный вход в пещерный комплекс. Опираясь на это утверждение, попытаемся восстановить возможную картину его основания. Прибывший сюда Петр Курбатов выбрал участок на отвесной стене для заложения собственной кельи, к ней он подрубил узкую тропинку по краю массива. В своей келье он жил и молился. Из нее же начал проходку галереи на юго-запад. Для оптимизации работ он заложил ее по небольшой трещине. Спустя время галерея пересеклась крупной тектонической трещиной, что сильно осложнило работу. Проходка резко изменила направление на северо-западное<sup>1</sup>. Через 2 года он был обнаружен «по знакам опускаемого выносимого мела к подошве горы» местными богомольцами, которые стали его посещать [2]. Возможно, после этого, а может быть, и ранее он создает себе келью, не имеющую сквозного прохода, которую затем он мог разделить со своим товарищем Никифором Шатовым. Таким образом, помещения

---

<sup>1</sup> В пользу этой версии говорит и обнаруженный нами короткий ход, прорубленный со стороны разлома на северо-запад длиной ок. 1,5 м и шириной ок. 0,6 м, проходящий выше и по диагонали от имеющейся основной галереи.



западного участка пещерного комплекса могли явиться отправной точкой для его создания.

К сожалению, описанный нами фрагмент комплекса находится в удручающем состоянии. Историческая значимость объекта подчеркивает крайнюю необходимость его сохранения. Поскольку концепция пространственного развития музея-заповедника «Дивногорье» подразумевает музеефикацию пещерного комплекса Дивногорский-3, то при создании будущего проекта следует обратить особое внимание на западный фрагмент, как наиболее уязвимый. Учитывая совокупность негативных факторов, ускоряющих разрушение, рассматривать возможность его расчистки и укрепления необходимо в самое ближайшее время.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаренко Н.Е. Археологические исследования 1907–1909 годов / Н.Е. Макаренко // Известия ИАК. – 1911. – Вып. 43.
2. Никольский П.В. Монашество на Дону. Пещерокопательство в XIX в. / П.В. Никольский // Воронежская старина. – Воронеж, 1910. – Вып. 9.
3. Самбикин Д.И. Краткое сведение о Дивногорском Успенском монастыре / Д.И. Самбикин // Воронежские епархиальные ведомости. Прибавление к № 16 (15 авг.). – Воронеж, 1882.
4. Степкин В.В. Пещерные памятники Среднедонского региона / В.В. Степкин // Спелестологические исследования. Вып. 4. Культовые пещеры Среднего Дона. – М.: РОСИ, 2004.
5. Степкин В.В. Пещерный храм у села Селявное / В.В. Степкин // Дивногорский сборник: Труды музея-заповедника «Дивногорье». – Воронеж: Научная книга. 2012. – Вып. 3.

# АРХЕОЛОГИЯ

---

---

## ARCHAEOLOGY

Ю.А. Долотов, Е.Г. Яновская

*Русское географическое общество, г. Москва*

### НАХОДКА СЛЕДОВ ДРЕВНИХ РИСУНКОВ В РАЙОНЕ ДОЛИНЫ ТАШ-АИР

---

Yu.A. Dolotov, E.G. Yanovskaya

*Russian Geographic Society, Moscow*

### ANCIENT PAINTING TRASES DISCOVERY IN TASH-AIR VALLEY AREA

#### Summary

In the area of multy-layer site of Tash-Air-1 shelter known for its eneolithic drawings, there were discovered some ochre stainings that might happen to be traces of ancient paintings, as well.

#### Навес Таш-Аир-1

В 1 км от с. Предущельного Бахчисарайского р-на АР Крым находится известная стоянка Таш-Аир-1, расположенная под крупным навесом-убежищем длиной 65 м и глубиной от 2 до 10 м, высота которого в средней части очень велика. Восточная часть навеса была разрушена в 1934-35 годах при постройке дороги. В западной части навеса его конфигурация осложнена двумя гротами. Грот № 2 имеет длину 9 м, глубину 3 м, высоту 1,6-3,1 м. В средние века он был расширен человеком: внутри были выбиты сиденья, а снаружи на всю ширину и высоту его закрывала стена<sup>1</sup>[1] (рис. 1).

В 1935 г. на стене навеса Д.А. Крайновым были обнаружены рисунки, нанесенные буровато-красной краской, а при последующих раскопках площадки, расположенной перед ним, найдены кремневые орудия, осколки керамики, кости животных. Изображения, выполненные краской, приготовленной на жировой

---

<sup>1</sup> Вероятно, здесь в средние века находилось небольшое поселение, возможно, относившееся к Качи-Кальбону.

основе из натуральной красной охры, первоначально занимали площадь 10 м в длину и 1-1,5 м в высоту на уровне около 2 м от современной поверхности площадки; по-видимому, они созданы одновременно и синхронны культурному слою IV-II тыс. до н.э., в котором появляется керамика ямно-катакомбной культуры. Основная группа рисунков, скорее всего, изображает батальную сцену столкновения пришлых племен с аборигенами Крыма (рис. 2) [2].



Рис. 1. Общая схема расположения следов охры в окрестностях навеса Таш-Аир

**ТА** – навес Таш-Аир, **Н1** – навес №1, **Н2** – навес №2, ■ – окрашенные охрой скальные поверхности ● – окрашенные охрой точки

### Долина Таш-Аир

Навес Таш-Аир-1 находится при устье долины Таш-Аир. Д.А. Крайнов отметил, что в ущелье имеются следы обитания человека [2], однако никаких других литературных данных по археологии этого места авторам обнаружить не удалось.



Рис. 2. Грот № 2 навеса Таш-Аир

В верховьях ущелья, примерно в 1 км от устья, в нескольких десятках метрах к северо-востоку от Верхнего родника, в правом борту долины расположены два небольших навеса. Нижний навес



Рис. 3. Навес № 1

(№ 1) имеет до 30 м в длину, 3,8 м в глубину и в высоту внутри более 2 м, по краю до 4 м (рис. 3). Под ним сооружена невысокая платформа со следами укрепления камнями по периметру. В левой части навеса расположен сложенный из небольших глыб камня полукруг довольно правильной формы, около 1,5 м в диаметре, погруженный в почву. Верхний навес (№ 2) имеет меньшие размеры, тонкий слой грунта под ним на первый взгляд не содержит следов человеческой деятельности.

В 1986 г. один из авторов заметил

внутри этих навесов следы изображений, нанесенных ярко-розовой охрой. На взгляд неквалифицированного наблюдателя, в то время на стене навеса № 1 можно было разглядеть две антропоморфные фигуры, стоящие над третьей, лежащей.

Последующие осмотры этого места, сделанные в 2005 и 2012 г., показали, что состояние изображения в сравнении с 1980-ми гг. ухудшилось – рисунок уже не читался невооруженным глазом, выглядя как скопление мазков и крапин охры (рис. 4).

Уверенно можно было лишь определить, что это искусственно и неравномерно нанесенная краска. Длина участка с рисунками составляет 20,3 м, наиболее интенсивные мазки приурочены к правой трети этого интервала. Отмечено пятно шириной 28 см и длиной 40 см, по конфигурации похожее на рисунок ладони с растопыренными пальцами, с отходящими от него разводами и интенсивными мазками, расположенное на высоте 1,4 м от поверхности земли (рис. 5).

Рисунки менее заметны в жаркое и засушливое время года, однако при умеренной температуре и высокой влажности становятся лучше видны. При опрыскивании их водой начинают прорисовываться контуры, однако разросшийся мох, многочисленные сколы и отслоения известняка не дают возможности интерпретировать изображение.

Помимо следов охры под навесами, при осмотре долины на скальных участках выявлены следы сплошной покраски коричнево-розовой охрой в местах, где нависающие камни защищали ее от осадков. Во-первых, это скальная стена прямо напротив навесов, во-вторых, некоторые глыбы в загроможденном крупноглыбовым навалом устье ущелья. Кроме того, в этом навале были замечены несколько округлых, диаметром первые сантиметры, отметок охрой.

Следует отметить, что древние рисунки непременно несли культовую нагрузку. Красная краска играла значительную роль в погребальных ритуалах периода энеолита и ранней бронзы. В Крыму известны находки окрашенных красной краской костей в покрашенных изнутри погребальных камерах курганов, частью отнесенных к эпохе бронзы [1, 3, 4, 6]. Неподалеку от Таш-Аира, близ Качинских Ворот, обнаружены курганы, относящиеся к первой половине II тыс. до н.э.; в одном из них Е.В. Веймарном были раскопаны костяки, покрашенные красной краской [5].



Рис. 4. Пятна охры под навесом № 1



Рис. 5. Пятна охры под навесом № 1

Отметки в виде точек, нанесенных охрой, известны в палеолитических святилищах, например в Зале Рисунков пещеры Шульган-Таш (Башкирия).

Учитывая вышесказанное, можно сделать предположение, что рисунки Таш-Аир-1 являются частью древнего культового комплекса, охватывающего все ущелье Таш-Аир с его скальными навесами. Исследование участков с охряной окраской, а также культурного слоя в основании содержащих их навесов методами современной археологии позволило бы зафиксировать рисунки, дешифровать изображения и выяснить, являются ли они компонентом древнего культового комплекса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кашпар А. Раскопки курганов в окрестностях Симферополя, произведенные профессором Н.И. Веселовским в июле и августе 1891 г. / А. Кашпар // Известия Таврической ученой архивной комиссии. – 1891. – № 14. – С. 95-97.

2. Крайнов Д.А. Пещерная стоянка Таш-Аир I как основа для периодизации послепалеолитических культур Крыма / Д.А. Крайнов // Материалы и исследования по археологии СССР. – 1960. – № 91. – С. 1-165.

3. Репников Н.И. Разведки и раскопки на южном берегу Крыма и в Байдарской долине в 1907 году / Н.И. Репников // Известия Императорской археологической комиссии. – 1909. – Вып. 30. – С. 99-126.

4. Романченко Н. Раскопка кургана в д. Кояш Симферопольского уезда Таврической губернии / Н. Романченко // Известия Таврической ученой архивной комиссии. – 1891. – № 13. – С. 62-47.

5. Соколова К.Ф. Антропологические материалы кургана эпохи бронзы в Бахчисарайском районе / К.Ф. Соколова // История и археология древнего Крыма. – Киев: АН УССР, 1957. – С. 26-34.

6. Стевен А.Х. Раскопка курганов близ Симферополя летом 1891 года / А.Х. Стевен // Известия Таврической ученой архивной комиссии. – 1891. – № 11. – С. 147-153.

# БИОСПЕЛЕОЛОГИЯ

---

---

## BIOSPELEOLOGY

Н.Н. Паньков, О.С. Старова

*Пермский государственный национальный исследовательский университет*

### БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ПЕЩЕР ПЕРМСКОГО КРАЯ

---

N.N. Pan'kov, O.S. Starova

*Perm State University*

### INVERTEBRATE ANIMALS OF THE PERM REGION CAVES

#### Summary

The investigations of the invertebrate fauna of the Perm region caves revealed the presence of 99 species and forms. The ecological classification, horology, and seasonal dynamics of cave invertebrates are discussed.

#### Введение

Первые сведения по беспозвоночным – обитателям пещер Пермского края относятся к началу XX в., когда П.Н. Каптерев [1913] опубликовал результаты фаунистического обследования ряда карстовых полостей региона. В числе ранних работ следует отметить статью Е.В. Боруцкого [1928] с описанием нового вида стигобионтных ракообразных из Большой Мечкинской пещеры. С тех пор и вплоть до недавнего времени специальных исследований беспозвоночных в пещерах Пермского края не проводилось. Тем не менее, отдельные представители этих животных неоднократно наблюдались в Кунгурской Ледяной пещере, что фиксировалось в научных отчетах Кунгурского стационара Горного института УрО РАН, а также в ряде публикаций. Некоторые сведения о членистоногих – паразитах летучих мышей содержатся в работах пермских хироптерологов [1; 3].

Настоящее сообщение является продолжением серии наших работ, посвященных фауне, экологической структуре, хорологии и сезонной динамике беспозвоночных, населяющих карстовые пустоты Пермского края [6, 7, 9-11].



## **Материал и методы исследований**

В основу настоящей работы положены результаты анализа фаунистических материалов, собранных в ходе 187 посещений 58 разнотипных пещер Пермского края с августа 2002 г. по ноябрь 2013 г.

Методы сбора и обработки проб подробно изложены в предыдущих публикациях [9, 10].

Объем материала составляет 944 пробы, количество пойманных животных достигает 3446 экз.

В идентификации беспозвоночных участвовали следующие специалисты: ИЭМЖ РАН (г. Москва) – А.Б. Бабенко (ногохвостки), ПГНИУ – А.Г. Воронин (жуки), Ю.К. Воронин (мухи), С.Л. Есюнин (пауки), А.С. Козлов (нематоды), Е.Ю. Крайнев (остракоды), Т.М. Кутузова (двукрылые), М.Я. Лямин (перепончатокрылые, бабочки, двукрылые), Г.Ш. Фарзалиева (сенокосцы, многоножки), ПГФА – В.О. Козьминых (жуки), ИЭРиЖ УрО РАН (г. Екатеринбург) – А.И. Ермаков (жуки), Н.В. Николаева (двукрылые), В.Н. Ольшванг (жуки, бабочки). Мы выражаем им искреннюю признательность.

## **Результаты исследований и их обсуждение**

К настоящему времени из обитателей пещер Пермского края известно 99 видов и форм беспозвоночных. Наиболее разнообразно представлены насекомые (54 вида и формы) и паукообразные (30), наряду с ними зарегистрированы ракообразные (5), многоножки (5), брюхоногие моллюски (2), кольчатые (2) и круглые (1) черви. Из десяти отрядов насекомых особенно богаты видами двукрылые (20). Заметную роль в сложении спелеофауны играют жуки (9), бабочки (7) и перепончатокрылые (6). Ногохвостки, поденки, веснянки, ручейники, клопы и блохи насчитывают по 1-3 таксона. Основу списка паукообразных составляют пауки (25). Наряду с ними зарегистрированы акариформные (2) и паразитиформные (1) клещи и сенокосцы (2).

Представленность и соотношение видового богатства крупных таксономических единиц достаточно типично для мировой и региональных спелеофаун [2, 5, 12, 14].

Среди животных – обитателей пещер Кунгурского района может быть выделено несколько экологических групп. Группу эутроглобионтов составляют только бокоплавы *Crangonux chlebnikovi* Borutzky, 1928. Морфологически приспособленные к

пещерному образу жизни [8], эти рачки постоянно обитают в подземных озерах и лишь случайно оказываются в поверхностных водах.

Группа гемитроглобионтов насчитывает 23 вида; эти животные встречаются как в пещерах, так и в некоторых биотопах на поверхности земли (под камнями, в лесной подстилке, почве или толще донных отложений континентальных водоемов). Такие биотопы похожи на пещеры по основным характеристикам среды: наличие детрита, отсутствие света, высокая влажность и постоянно низкая температура. В целом, экологическими предпосылками к гемитроглобионтности можно считать скрытный образ жизни, поли- или детритофагию, нередко хищничество. Из представителей спелеофауны Пермского края к числу гемитроглобионтов относятся круглые (1 вид) и горшечные (1) черви, мокрицы (1), некоторые пауки (2), многоножки (3), ногохвостки (1), личинки веснянок (1) и жуки (8). К этой же группе следует отнести паразитических членистоногих – клещей (2), двукрылых (2) и блох (1).

Группа псевдотроглобионтов представлена 25 таксонами; основная часть жизненного цикла этих беспозвоночных протекает вне пещер, но они пользуются карстовыми пустотами и сходными с ними местообитаниями (шахтами, колодцами, погребами, звериными норами и т.п.) как временными укрытиями для дневки и (или) зимовки. Экологическими предпосылками к псевдотроглобионтности является ночной или сумеречный образ жизни, гигрофильность, а также некоторые особенности жизненного цикла (зимовка в стадии имаго). Наиболее характерными представителями этой группы в региональной спелеофауне являются двукрылые (15), бабочки (6), ручейники (2) и поденки (2).

Помимо групп животных, так или иначе в силу образа жизни тяготеющих к подземным местообитаниям, в пещерах встречаются и случайные элементы – тихотроглобионты, или троглоксены. В составе этой группы беспозвоночных в Пермском крае зарегистрировано 50 видов и форм. Среди них преобладают подвижные нелетающие формы – дождевые черви (1 вид), брюхоногие моллюски (2), сенокосцы (2), пауки (23), многоножки (3), крупные атмобионтные ногохвостки (1), личинки бабочек (1), нимфы веснянок (1) и муравьи (2). Энергично передвигаясь по поверхности почвы или в ее толще, они либо падают в пещеры, либо заползают в них, потеряв ориентацию, и не могут выбраться

обратно, будучи парализованы холодом или не в состоянии найти выход. Таким образом, пещеры служат для этих животных своеобразными ловушками.

Некоторые троглоксены могут попадать в подземные полости пассивно с водными или воздушными течениями или заноситься туда человеком. В частности, есть основания полагать, что группа водных членистоногих, обнаруженных в Большом Подземном озере Кунгурской Ледяной пещеры, таких как ракушковые раки (3 вида), водные клещи (1), личинки комаров-звонцов (1) и жуков-прицепышей (1), занесены туда полыми водами р. Сылвы [6].

Среди троглоксенов только 8 форм способны к активному полету, причем 3 из них являются весьма неважными летунами. Так, веснянки *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus, 1758), предпочитают ползать по земле, поднимаются в воздух вяло и неохотно, мушки *Drosophilidae gen. sp.* и *Dischistus unicolor* Loew, 1865 не могут противостоять даже слабому ветру. К хорошо летающим насекомым можно отнести только наездников – браконийд и ихневмонид, а также дорожных ос *Priocnemis sp.*, одиночных пчел и клопов-хищнецов. Наездники и дорожные осы имеют обыкновение забираться во всевозможные скважины в почве в поисках жертв, поэтому их присутствие в составе спелеофауны вполне объяснимо. Что касается одиночных пчел и клопов, то из пещер Пермского края они известны по единичным находкам, сделанным в начале мая, когда эти насекомые еще очень вялые.

Отдельные представители животного мира в подземных пустотах Пермского края встречаются с различной частотой. Большинство таксонов (63 вида и формы) отмечено только в одной пещере. Примечательно, что 47 из них принадлежат к группе тихотроглобионтов; единичная встречаемость этих беспозвоночных в очередной раз демонстрирует их случайную связь с подземными местообитаниями.

В 2-5 пещерах зарегистрировано 27 таксонов, из них 1 – эутроглобионт, 12 – гемитроглобионты, 11 – псевдотроглобионты, и только 3 таксона, дождевые черви, муравьи и дорожные осы, относятся к тихотроглобионтам.

Три таксона найдены в 7-15 пещерах. К ним относятся кровососущие комары *Culiseta alaskaensis* Ludlow, 1906, характеризующиеся как псевдотроглобионты, и пауки *Nesticus cellulanus* (Clerck, 1758) и *Metellina merianae* (Scopoli, 1763), относящиеся к гемитроглобионтам. Особенно интересны

последние два вида: эти членистоногие принадлежат к числу обычных обитателей карстовых полостей Европейской России [5].

Шесть таксонов (исключительно псевдотроглобионты) отмечены более чем в 32 подземных полостях. Таковы совки *Scoliopteryx libatrix* Linnaeus, 1758 и *Hypena rostralis* (Linnaeus, 1758), комары-гриболобки *Mycetophilidae*, зимние комарики *Trichocera maculipennis* Meigen, 1818, мухи *Helomyza pleuralis* (Linnaeus, 1758) и *Helomyza serrata* (Linnaeus, 1758). Эти насекомые образуют основной фон животного населения пещер Пермского края и по праву могут считаться наиболее характерными представителями троглофильной фауны региона.

Некоторые таксоны в пещерах Пермского края распространены локально; они достаточно обычны в подземных пустотах отдельных районов и не встречаются или крайне редки в других. В частности, к их числу относятся крангониксы Хлебникова, характерные для подземных вод северной оконечности Сылвенского кряжа. Эта геоморфологическая структура известна как область распространения классического сульфатного и карбонатно-гипсового карста. Развивающиеся здесь пещеры богаты озерами и часто имеют обширные подводные продолжения, что обеспечивает возможность устойчивого существования популяций крангониксов.

Для карстовых полостей Уральской горной страны характерны кровососущие комары *C. alaskaensis*, не известные для пещер равнинной части Пермского края. Эти насекомые входят в число доминантов северо- и горнотаежного гнуса и крайне малочисленны в других ландшафтных зонах, поэтому указанные особенности их распространения в нашем регионе представляются закономерными.

Распределение беспозвоночных внутри карстовых пустот весьма неоднородно. Большая часть таксонов зарегистрирована в привходовой части пещер и далее 5-15 м в земные недра не проникает (табл. 1). Однако разные экологические группы животных демонстрируют неодинаковую склонность населять ту или иную зону пещеры.

Так, эутроглобионтные крангониксы живут только в глубокой, постоянно теплой части пещер.

Разнообразие гемитроглобионтов в привходовой и глубокой частях подземных пустот практически одинаково. Однако в

привходовой части они представлены, главным образом, детритоядными и хищными атмобионтными членистоногими, тогда как для глубокой зоны пещер более характерны водные формы и эктопаразиты летучих мышей. Подобное распределение животных в пещерах выглядит вполне закономерным.

Так, детритоядные гемитроглобионты (мокрицы, многоножки, некоторые жуки) в привходовой части пещер находят сравнительно богатую пищу в виде листового опада, кусочков древесной коры и веточек растений, поступающих сюда с поверхности. Хищные гемитроглобионты (пауки, некоторые многоножки и жуки) охотятся здесь на беспозвоночных, обилие которых по направлению в глубь земных недр резко снижается.

Преобладание водных и паразитических гемитроглобионтов на значительном расстоянии от входа тоже вполне объяснимо, так как именно в глубине пещер находятся водоемы и как раз здесь наблюдаются скопления летучих мышей.

Таблица 1

Распределение беспозвоночных внутри пещер

Экологическая группа	Часть пещеры		
	Привходовая	Глубокая	Всего
Эутроглобионты	0	1	1
Гемитроглобионты	15	11	23
Псевдотроглобионты	21	8	24
Тихотроглобионты	37	13	50
Всего	73	33	99

Псевдотроглобионты в привходовой части пещер находят подходящие им условия для дневок и зимовок, не испытывая необходимости проникать дальше.

Что касается тихотроглобионтов, не имеющих никаких биологических оснований проникать в подземные пустоты, то причины их преимущественной локализации в привходовой части пещер вполне очевидны.

Экологические группы троглобионтов характеризуются неодинаковой представленностью в разные фенологические сезоны (табл. 2).

Эутроглобионтный крангоникс Хлебникова встречается в подземных водоемах в течение всего года.

Гемитроглобионты разнообразнее представлены в весенний и летний периоды, что может быть связано с занесением этих

животных в подземные полости вместе с талыми и дождевыми водами и детритом. В осеннее-зимний период гемитроглобионты, по-видимому, погибают и их разнообразие идет на убыль.

Таблица 2

Сезонная динамика таксономического разнообразия спелеофауны

Экологическая группа	Фенологический сезон			
	Весна	Лето	Осень	Зима
Эутроглобионты	1	1	1	1
Гемитроглобионты	11	12	6	7
Псевдотроглобионты	11	17	11	14
Тихотроглобионты	25	13	16	1
Всего	48	43	34	25

Псевдотроглобионты демонстрируют два пика. Первый, хорошо выраженный пик приходится на теплое время года. Несомненно, он связан с сезонной активностью ночных и сумеречных насекомых, использующих пещеры в качестве дневных убежищ. Слабая тенденция к увеличению разнообразия псевдотроглобионтов в холодное время года может объясняться уходом некоторых их представителей в пещеры на зимовку. В частности, это касается некоторых бабочек (например, крапивниц *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758) и пядениц *Geometridae gen. sp.*) и мух *Scatophagidae*, встречающихся в подземных пустотах только в холодное время года, а также кровососущих комаров родов *Culex* и *Culiseta*, сравнительно малочисленных в пещерах летом и массовых – в зимний период.

Обратную картину являет сезонная динамика разнообразия тихотроглобионтов, демонстрирующая хорошо выраженный пик весной, и более стертый – осенью. Очевидно, это объясняется резким возрастанием миграционной активности беспозвоночных в межсезонье, когда они, передвигаясь по поверхности почвы в поисках зимних убежищ или, наоборот, разыскивая подходящие местообитания после зимовки, попадают в подземные пустоты как в естественные ловушки. Возможно, определенное значение имеет выравнивание микроклиматических контрастов, дезориентирующее животных, между подземными местообитаниями и земной поверхностью.

### Заключение

Спелеофаунистические исследования в Пермском крае далеки от

своего завершения. Дальнейшее изучение беспозвоночных – обитателей подземных пустот нашего региона позволит выявить закономерности пространственного варьирования их фауны и ее связь с окружающими ландшафтами, зависимость структуры населения от морфологии карстовых полостей, их микроклимата, гидродинамического режима и других важнейших характеристик, установить особенности ее сезонной и, в перспективе, многолетней динамики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусов А.С. Рукокрылые Пермской области (современные данные): Дипломная работа / А.С. Белоусов. – Пермь, 2005. – 117 с.
2. Бирштейн Я.А. Генезис пресноводной, пещерной и глубоководной фаун / Я.А. Бирштейн. – М., 1985. – 247 с.
3. Воронов А.Г. Заметки о фауне Пашийской пещеры / А.Г. Воронов // Известия Естественного ин-та при Перм. ун-те. – Пермь, 1951. – Т XIII, Вып. 23. – С. 169-172.
4. Каптерев П.Н. О некоторых пещерах Пермской и Казанской губерний / П.Н. Каптерев // Землеведение. – 1913. – Вып. 1-2. – С. 169-177.
5. Книсс В.А. Фауна пещер России и сопредельных стран / В.А. Книсс. – Уфа: Изд-во БашГУ, 2001. – 238 с.
6. Паньков Н.Н. Беспозвоночные животные – обитатели Кунгурской Ледяной пещеры / Н.Н. Паньков, Е.Ю. Крайнев // Пещеры: межвуз. сб. науч. тр. – Пермь. 2004. – С. 133-140.
7. Паньков Н.Н. Беспозвоночные животные – обитатели пещер Кунгурского края: обзор изученности / Н.Н. Паньков [и др.] // Горное эхо: Вестник Горного института УрО РАН. – 2008. – № 1(31). – С. 41-49.
8. Паньков Н.Н. К биологии троглобионтного бокоплава *Crangonyx chlebnikovi* Vorutzky, 1928 (Gammaridae) с описанием нового подвида из Кунгурской Ледяной пещеры / Н.Н. Паньков, Н.В. Панькова // Пещеры: межвуз. сб. науч. тр. Пермь. – 2004. – С. 141-150.
9. Паньков Н.Н. Беспозвоночные животные пещер Пермского края: фауна, экологическая структура, хорология и сезонная динамика / Н.Н. Паньков, О.С. Старова, Н.В. Панькова // Пещеры: сб. науч. тр. Пермь. – 2009. – Вып. 32. – С. 72-83.
10. Паньков Н.Н. Насекомые – обитатели пещер Пермского края

/ Н.Н. Паньков, О.С. Старова // Актуальные вопросы современной энтомологии и экологии насекомых: материалы междунар. науч. конф., посвящ. памяти А.И. Фомичева (г. Борисоглебск, 3-4 декабря 2009 г.). – Борисоглебск: ГОУ ВПО «БГПИ», 2010. – С. 114-120.

11. Паньков Н.Н. К фауне и экологии беспозвоночных – обитателей пещер Пермского края / Н.Н. Паньков, О.С. Старова // Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Набережные Челны: НГПИ. 2010. – С. 315-318.

12. Фауна пещер Украины / за ред. І. Загороднюка. – Київ, 2004. – 248 с.

13. Borutzky E.W. Materialien über die Fauna der unterirdischen Gewässer, *Crangonyx chlebnikovi* sp. n. (Amphipoda) aus den Höhlen des mittleren Urals // Zool. Anz. – 1928. Bd. 77. S. 253-259.

14. Encyclopedia of Caves / ed. by D.C. Culver, W.B. – White Elsevier Academic Press, 2005. – 654 p.

15. Encyclopedia of caves and karst science / ed. by J. Gunn. – New York, 2004. – 1940 p.



# МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ПЕЩЕР

---

---

## MONITORING AND PROTECTION OF THE CAVES

Е.В. Шаврина

*Федеральное государственное учреждение «Заповедник  
«Пинежский»*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЛОГГЕРОВ В ПЕЩЕРАХ ПИНЕЖЬЯ

---

E.V. Shavrina

*Federal State Institution «The Pinezhsky State Nature Reserve»*

## THE USE OF TEMPERATURE LOGGERS IN THE CAVES OF THE PINEGA REGION

### Summary

The air and water temperatures are most important indicators of changes in the cave environment. The use of loggers in caves significantly broadens the possibilities for studying the underground space and obtaining further information on interactions between the components of the underground environment.

Пещеры Пинежского заповедника и его охранной зоны расположены на юго-востоке Беломорско-Кулойского плато, являющегося территорией активного развития сульфатного карста в современных условиях. Пещеры представляют собой разомкнутые системы с высоким уровнем активности происходящих в них обменных процессов. При неглубоком залегании пещер (до 10-30 м) и значительной сезонной динамике карстовых вод (до 2-4 м), они находятся в режиме саморегуляции. Измерения динамических параметров связаны преимущественно с внешними по отношению к подземной среде факторами: температурой воздуха и воды, проникающих в карстовые массивы, их скоростью и дебитом. Температура воздуха и карстовых вод является важным показателем изменчивости подземной среды.

Длительность наблюдений в пещерах превышает 20-25 лет. Они проводятся в пещерах охранной зоны Пинежского заповедника, что

связано и со сложностью доступа в пещеры на территории заповедника, и со сложностью безопасного размещения в них стационарных пикетов наблюдений. Контрольные наблюдения охватывают пещеры заповедника и охранной зоны. Работы проводятся 1 раз в месяц в мониторинговых пещерах Певческая Эстрада (Г-1), Большая Голубинская (рис. 1), 1–2 раза в год в контрольных. Наблюдения ведутся по рекомендациям, изложенным в «Методике изучения карста» (1963), «Методике микроклиматических наблюдений...» (1982), «Проблемах изучения карстовых полостей...» (1983) 1-3 с дополнениями автора. С 2007 г. отрабатываются возможности применения температурных логгеров DS1922L-F50 (США) и регистраторами температуры-влажности воздуха iBDL-HS, разработки фирмы «ЭЛИн» (Москва).



Рис. 1. Мониторинговый пикет в пещере Большая Голубинская

Наблюдения включают комплекс микроклиматических наблюдений: определение динамики температурного поля пещер, влажности и направления движения воздуха; гидрологические и гидрохимические наблюдения – исследование уровня, расхода,

температуры и минерализации карстовых вод; гляциологические наблюдения. Изучается гравитационная активность и динамика массопереноса в паводки. В контрольных пещерах подтверждаются общие закономерности изменений подземной среды. Длительное время температурные наблюдения проводились с помощью максимальных и минимальных термометров, что, при шаге исследований в 1 месяц, давало лишь амплитуду между максимумом и минимумом температур. Использование температурных логгеров (интервал замеров 3 часа) значительно расширило возможности наблюдений.

Последнее десятилетие отличалось более тёплой и нестабильной погодой, наблюдались весенние возвраты холодов с выпадением сильных осадков в виде снега, жаркая погода в июле, сопровождающаяся засухой, ливневые осадки, приводящие к дождевым паводкам на реках, поздние ледоставы. По данным Пинежской ГМС, произошло повышение среднегодовой температуры с  $0,1^{\circ}\text{C}$  (период наблюдений 1978-1998 гг.) до  $1^{\circ}\text{C}$  за период с 2000 г. Среднегодовое количество осадков составило для указанных периодов 558 и 586,6 мм соответственно.

Определяющее значение в изменениях микроклимата пещер имеет его зависимость от воздействия аномальных климатических факторов. К ним относятся: температурные аномалии, ливневые дожди, внесезонные снегопады и паводки, вплоть до декабрьских, резкие похолодания в период весенних паводков, а также продолжительность паводковых периодов.

В результате изменений параметров внешней среды, важных для состояния подземного пространства, произошли значительные изменения и в микроклимате пещер. За период наблюдений увеличились амплитуды перепада максимальных и минимальных температур воздуха для различных участков пещер. Среднегодовые срочные температуры зон развития постоянных льдов понизились на  $0,3-2,3^{\circ}\text{C}$ , а для зон сезонного оледенения возросли на  $0,2^{\circ}\text{C}$ . Анализ среднегодовых температурных рядов пещер показал общую тенденцию к снижению температур воздуха в летний период. Значения зимних температур остаются более стабильными. В целом же отмечены устойчивые тренды снижения максимальных и минимальных температур (рис. 2).

Относительная влажность воздуха пещер колеблется от 85 до 100 % в зимний период, паводковые и летние значения близки к 100%. Скорости воздушных потоков составляют от единиц до

десятков см/сек. Эти закономерности проявляются в большинстве мониторинговых и контрольных пещер.

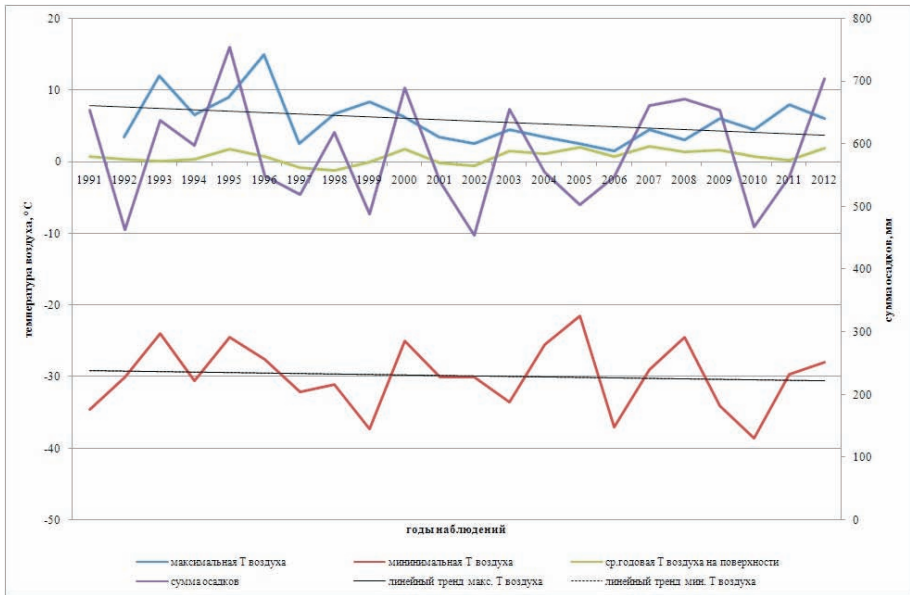


Рис. 2. Температурная амплитуда пещеры Г-1 в 1991-2011 гг.

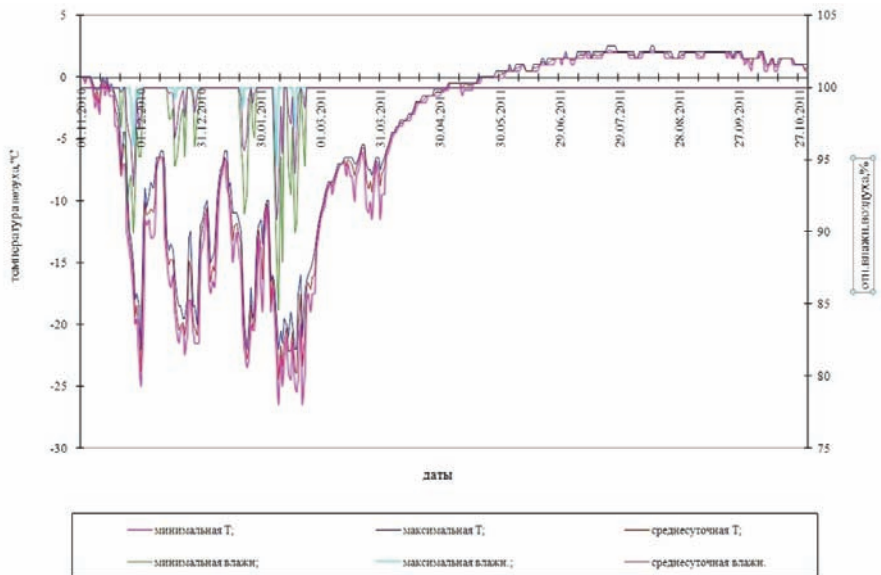


Рис. 3. Динамика температуры и влажности воздуха на пикете 1 в пещере Г-1 по данным логгеров, 2008 г.

Исследования с помощью температурных логгеров были начаты в Пинежском заповеднике с 2007 г. Полученные результаты доказали целесообразность их использования. В то же время обозначились проблемы, связанные со сложностью выбора безопасных, но информационно ценных участков размещения логгеров и с нестабильной работой приборов при низких температурах и высокой влажности.

С помощью анализа данных по соотношению температуры и относительной влажности воздуха пещер подтверждена прямая зависимость значений влажности от температуры воздуха в зимний период. Отмечается существенное снижение влажности воздуха при падении его температуры. Стопроцентные значения влажности достигаются, как правило, к началу весеннего снегового паводка и продолжаются до окончания осенних дождевых паводков (рис. 3).

Использование логгеров подтвердило зависимость температуры воздуха пещер от паводковых понижений температуры воды в весенний период и от ее повышений во время летних дождевых паводков. Кроме того, это дает информацию о времени развития паводков в пещерах. В период летних паводков синхронный рост температуры воды и воздуха отмечается уже в первый день выпадения ливневых дождей, что свидетельствует о высоких скоростях подземных вод и коротких путях их подземного движения.

Зависимость температуры воздуха пещер территории от температуры и объема вод, поступающих с поверхности, была установлена еще на начальном этапе наблюдений микроклимата пещер. Однако для подтверждения этой закономерности не хватало детальных наблюдений. Уже при первом применении логгеров для измерения температур воды и воздуха эта взаимосвязь была подтверждена. К сожалению, короткий срок работы устройств в водной среде не позволяет получить непрерывного ряда наблюдений по температурам воды.

Наиболее полной за весь период использования приборов DS1922L-F50 является картина температурной динамики на входе в пещеру Большая Голубинская (рис. 4). Она получена при использовании одного прибора, который был установлен в 2 м от входного свода и проработал в пещере более 4 лет. При этом самописец оставался рабочим, несмотря на регулярные подтопления во время пяти зафиксированных им весенних снеговых паводков.

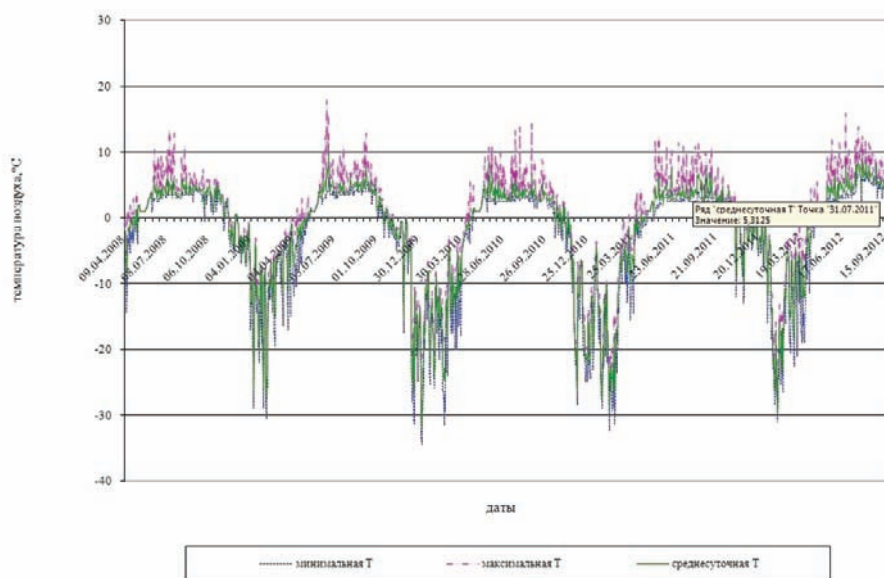


Рис. 4. Динамика температур воздуха на пикете 1 в пещере Большая Голубинская, период с 2008 по 2012 г.

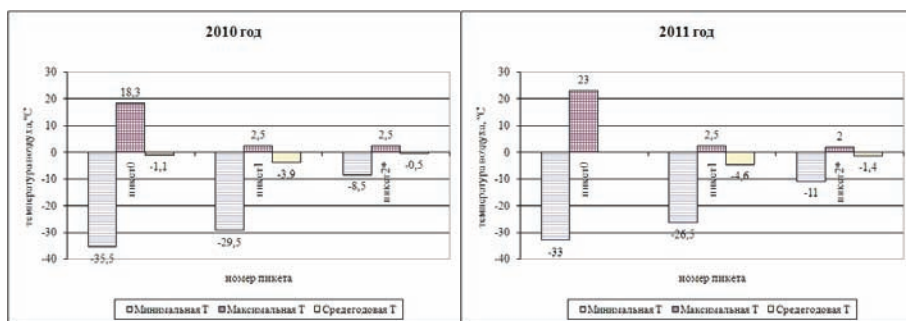


Рис. 5. Амплитуды температур воздуха в пещере Г-1, 2010 и 2011 г.

При попадании логгера в воду колебания максимальных, минимальных и среднесуточных температур отсутствуют. Температура воды снижается во время весеннего паводка с 1,5-2°С до 0,5-1°С. На графике (рис. 4) отчетливо просматриваются моменты подтопления прибора в конце апреля – начале мая, длящиеся до 10-15 дней. При подъеме уровня воды во время осенних дождевых паводков и паводков, связанных со снеготаянием, возможных даже в декабре, температура воды снижается до 0°С, длительность фиксируемого прибором

подтопления от 2 до 5 дней.

Применение логгеров позволяет получить среднегодовые значения температур воздуха для различных участков пещер, а также оценить их динамику во времени. Так, в пещере Г-1 в 2011 г. значения среднегодовых температур понизились на всех пикетах по сравнению с 2010 г. (рис. 5). По причине перебора работы приборов для ПК0 (в 7 м от входного скола) среднегодовое значение не получено.

Наиболее яркая картина связи температур воздуха и паводковых вод выявлена при развитии снегового и серии дождевых паводков в различные периоды 2012 г. Рост температурных показателей происходит практически синхронно при коротких путях прохождения волны ливневых паводков и значительных объемах поступающей воды. Мощный дождевой паводок развился в результате выпадения осадков 19 июля, превысивших за сутки месячную норму, температура воды максимального за весь период наблюдений значения – 10,5°C. Второй дождевой паводок произошел в конце 1 декады августа. Большую продолжительность в 2012 г. имел осенний дождевой паводок – с 8 по 25 октября (рис. 6).

В 2008 г. попытка наблюдений с помощью логгеров была предпринята в пещере Голубинский Провал в связи с резким ростом рекреационной нагрузки. Приборы были установлены для изучения экскурсионного воздействия на температуру воздуха пещеры. Однако этого воздействия зафиксировать не удалось, что могло быть связано с большим объемом залов пещеры, а возможно, и с недостаточной чувствительностью приборов. При этом по данным, полученным с помощью логгеров, возможна интерпретация дополнительных параметров состояния пещеры. При графическом анализе хода температур по различным участкам пещеры было получено её температурное поле. На рисунке 7 приводится амплитуда температур для разных частей пещеры за полугодовой период. Наблюдения были прекращены в связи с утратой двух логгеров, видимо, снятых в качестве сувениров туристами.

К сожалению, в случае отказа прибора DS1922L-F50, не имеющего энергонезависимой памяти, данные утрачиваются, отчего непрерывный ряд температурных наблюдений, подобный показанному на рисунке 3, является уникальным исключением из правила. При низких температурах и высокой влажности воздуха пещер не редкость внезапный отказ устройства. Срок действия

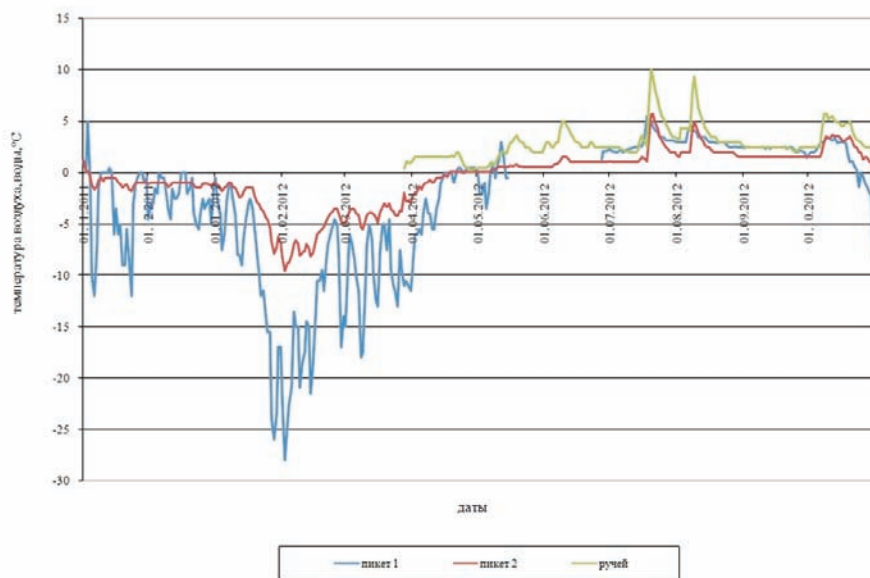


Рис. 6. Динамика температур воды и воздуха в пещере Г-1 (Певческая эстрада)

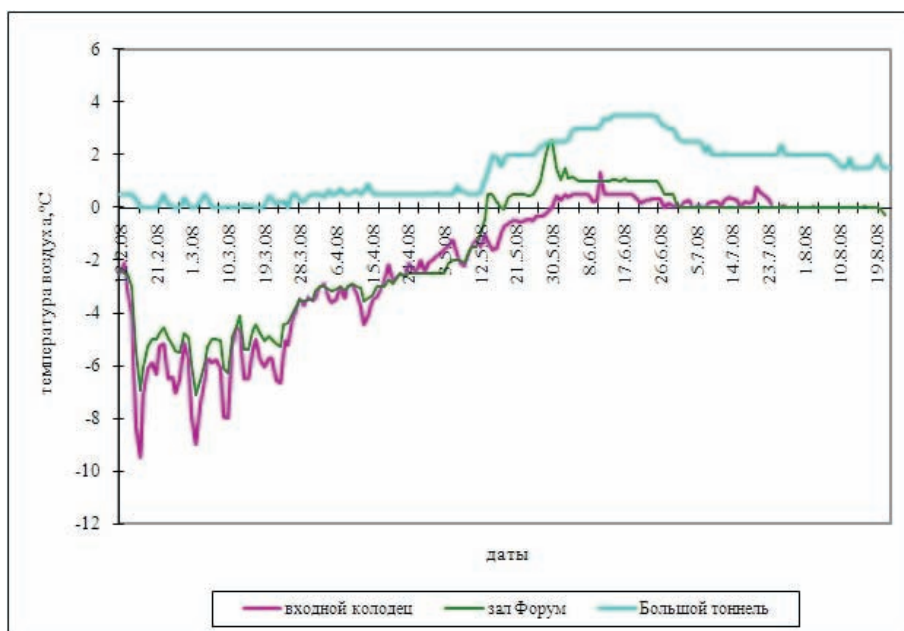


Рис.7. Динамика температур воздуха в различных частях пещеры Голубинский Провал, 2008 г.



логгера не определяется даже эмпирически и значительно ниже заявленного резерва. В воздушной среде продолжительность работы приборов составляет до 1,5-2,5 лет. В воде она резко снижается и обычно не превышает полугода.

Проблемы возникали и при использовании устройств iBDL-HS, предназначенных для регистрации температуры и влажности воздуха. Предпочтение было отдано ремонтпригодной версии прибора, однако в условиях низких температур и высокой влажности воздуха защита электроники регистраторов оказалась недостаточной. При ремонте устройств сотрудниками фирмы «ЭлИн» было выявлено окисление плат. Часто в логгерах отказывает канал влажности, а температурный канал может продолжать работу длительное время.

Перспективы дальнейших исследований с использованием логгеров связаны с увеличением количества параметров (прежде всего гидрологических) автоматических наблюдений, а также с расширением сети спелеомониторинга. Проблемы связаны не только с финансированием исследований и неизбежными отказами техники, но и с внезапными обвалами пород, развитием наледей, резкими внесезонными паводками, осложняющими применение логгеров в пещерах.

Тем не менее использование логгеров в пещерах имеет большие преимущества. Помимо прямого назначения приборов, т.е. получения данных по динамике температур воздуха, они показали хорошую возможность получения дополнительной информации о взаимодействии компонентов подземной среды.

*Автор выражает безмерную благодарность Виктору Викторовичу Коршунову, морально и материально поддерживающему проведение исследований.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика изучения карста. – Пермь, 1963. – Вып. 1-9.
2. Методика микроклиматических наблюдений в естественных и искусственных полостях в трещиноватых закарстованных породах и во льдах. – Пермь, 1982. – 8 с.
3. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. – Ташкент, 1983. – 95 с.
4. Шаврина Е.В. Результаты наблюдений в пещерах с помощью

температурных логгеров. Многолетняя динамика компонентов экосистем природного комплекса Пинежского заповедника и сопредельных территорий / Е.В. Шаврина. – Архангельск, 2012. – С.15-21.

# ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР

---

---

## HISTORY OF CAVE INVESTIGATION

<sup>1</sup>А.Г. Филиппов, <sup>2</sup>Г.Н. Мавлянов

<sup>1</sup>*Karst Research Inc., Эйрдри, Канада*

<sup>2</sup>*Институт Гидрогеологии и Инженерной Геологии, Ташкент,  
Узбекистан*

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ В ПЕЩЕРЕ- РУДНИКЕ КАН-И-ГУТ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ В 1949-1950 ГОДАХ

---

<sup>1</sup>A.G. Filippov, <sup>2</sup>G.N. Mavlyanov

<sup>1</sup>*Karst Research Inc., Airdrie, Canada*

<sup>2</sup>*Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Tashkent,  
Uzbekistan*

## RADIOACTIVITY STUDY IN THE CAVE MINE KAN-I-GUT AND ITS VICINITY IN 1949-1950

### Summary

The study of natural radioactivity of host limestone, sulphide and oxide ores was conducted in the ancient Kan-i-Gut cave mine and surrounding area in Kirgizia in 1949-1950. Around 10 % of available cave passages and adits were studied. Radioactivity varies in wide range. Attempts to find the reason for elevated level of host rocks radioactivity and cave air ionization have failed. The hypothesis was proposed on correlation between increased radioactivity in the cave mine and accumulation of supergene Uranium minerals.

### Введение

Пещера-рудник Кан-и-Гут – одна из первых в Российской империи, где были осуществлены исследования природной радиоактивности и поиски радиоактивных минералов. Наблюдения проводились доцентом Московского университета А.Н. Снесаревым и ассистировавшим ему студентом того же университета А.Н. Дементьевым 28 и 29 июня 1914 г. [2, с. 283; 6] как часть полевых работ Московской Радиевой экспедиции [7].

Исследования радиоактивности проводились путём измерения

полярной проводимости пещерного воздуха с помощью прибора Гердиена в первом тёмном гроте, а также в седьмом и десятом расширениях (гротах) пещеры [6]. Была выявлена аномально высокая ионизация воздуха пещеры [6, с. 121, 171-185; 5, с. 89] – бóльшая, чем на срубе над главной шахтой Тюя-Муюнского радиевого рудника по определениям с тем же прибором, однако причину этого явления выяснить не удалось [6, с. 185; 7]. Все отобранные пробы руд и минералов оказались не радиоактивными или слабо радиоактивными [5, с. 94]. Объяснение этому участники экспедиции видели в возможном присутствии радиоактивных веществ в неисследованных более глубоких слоях (ходах) пещеры [7; 5, с. 94, 101].

В последующие годы Кан-и-Гут изучался неоднократно различными ведомствами [8], но данные об исследовании радиоактивности пещеры-рудника больше не публиковались.

Целью настоящей статьи является публикация материалов ревизионных работ, проведённых Комплексной экспедицией треста Средацветметразведка Министерства Цветной Металлургии СССР в 1949 и 1950 гг., по исследованию радиоактивности вмещающих пород и руд пещеры-рудника Кан-и-Гут, разрезов скважин, пробуренных на месторождении и его окрестностях, а также естественных выходов горных пород на поверхности вдоль субмеридиональных профилей, проходящих через пещеру-рудник.

### **Геологическое строение пещерного участка**

Характеристика геологии участка расположения пещеры дается по материалам неопубликованного отчёта А.Г. Карелина за 1950 г., базирующегося на предварительных данных детальной разведки Кон-и-Гутского серебряно-полиметаллического месторождения, выполненной Кон-и-Гутской геолого-разведочной партией в 1948-1950 гг. Уместно заметить, что такой вариант написания названия пещеры («Кон-и-Гут») вошел в обиход после публикаций статей об экспедиции Батенина-Бокия, организованной правительством Туркестанской республики в 1920 г. [3; 4] и широко использовался геологами-рудниками в 1930-х – 1950-х гг. От него произошли несколько имён собственных, вошедших в официальные документы и ряд публикаций: Кон-и-Гутская партия, бывший рудничный посёлок Кон-и-Гут, Конигутский надвиг, месторождение Кон-и-Гут. В таком написании название месторождения до сих пор используется в литературе и ведомственных кадастрах.

Следует иметь в виду, что, хотя с тех пор проведены многочисленные работы по доизучению геологии района и представления о геологическом строении существенно изменились и пополнились, они до сих пор являются остро дискуссионными и противоречивыми [2]. Вместе с тем приводимые здесь геологические данные интересны с точки зрения истории геологического изучения Кан-и-Гута.

Район пещеры-рудника сложен палеозойскими породами – известняками, конгломератами, сланцами, песчаниками, спилитами и порфириновыми диабазами. Породы в различной степени дислоцированы, разбиты надвигами и сбросами, в ряде случаев искажившими нормальную стратиграфическую последовательность. Наиболее древними породами являются отложения песчано-сланцевой толщи кембрия, сложенной глинистыми сланцами и известково-слюдистыми песчаниками с прослойками кремнистых сланцев и известняков. На прилагаемой к отчёту геологической карте и в легенде к ней показаны лишь кембрийские битуминозные известняки (рис. 1).

Образования силура представлены кремнистыми и песчано-глинистыми сланцами, узкой полосой обнажающимися у подножья гор Сары-Таш к востоку от Кан-и-Гута.

Наиболее развиты в районе массивные известняки среднего девона – нижнего карбона, слагающие горы Шодымир-Тау, Кан-и-Гут-Тау и Сары-Таш. Простираение известняков преимущественно северо-западное, с углами падения от  $30^\circ$  до  $60^\circ$  на юго-запад и северо-восток, мощность – около 2 км. Пещера-рудник Кан-и-Гут приурочена к массивным известнякам, слагающим восточную часть горы Кан-и-Гут-Тау. Известняки этого массива образуют крыло синклинальной складки с падением слоистости к юго-востоку под углами  $36-50^\circ$ . С севера и востока известняки гор Кан-и-Гут-Тау имеют тектонические контакты.

С юга и запада на размытой поверхности известняков, по представлениям В.Н. Петрова, трансгрессивно залегает конгломерато-песчаниково-сланцевая толща намюрского яруса нижнего карбона, сложенная (снизу вверх): 1) перемежающимися слоями конгломератов, гравелитов, крупнозернистых песчаников и глинистых сланцев мощностью 20-50 см; 2) кремнистыми сланцами; 3) известняками. Мощность всей толщи составляет 250-300 м.

В районе пещеры-рудника закартирована песчаниково-сланцевая толща предположительно среднего карбона, представленная пачками известковистых песчаников и глинистых сланцев, тонкоплитчатых известняков, черных кремнистых сланцев (рис. 1).

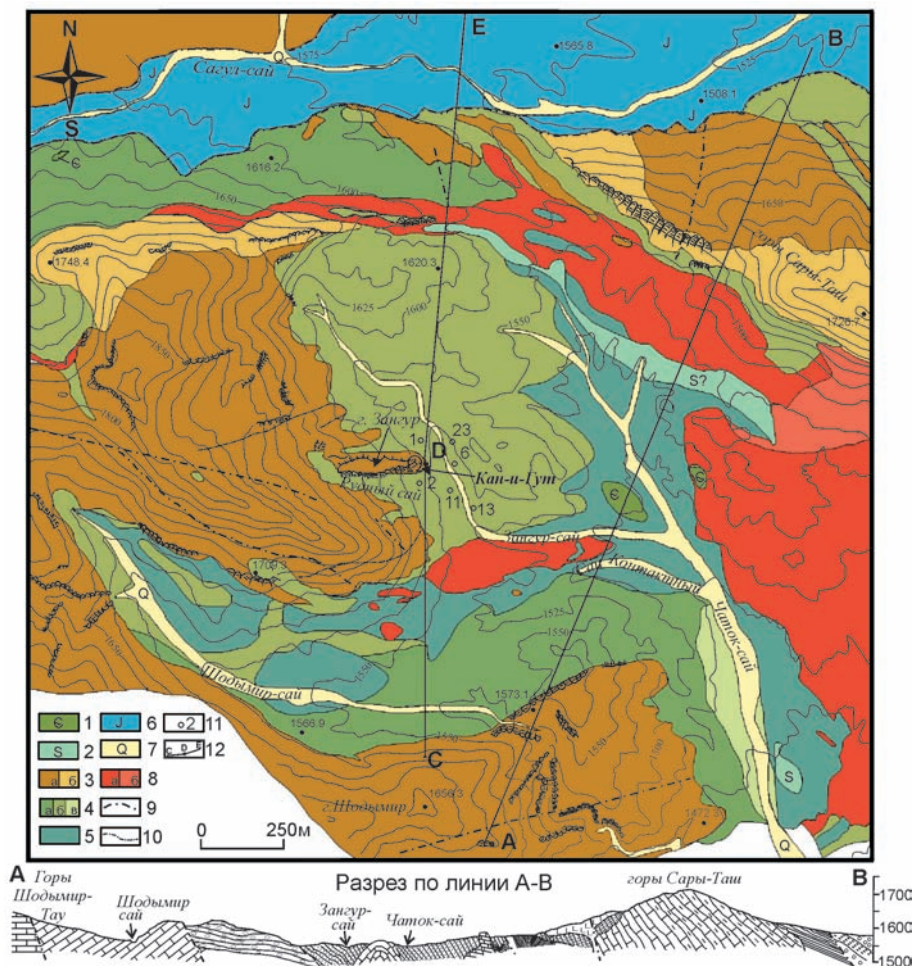


Рис. 1. Геологическая карта района пещеры-рудника Кан-и-Гут, по В. Давыдову, с упрощениями (Карелин, неопубликованный отчет, 1950). За основу В. Давыдовым взята неопубликованная предварительная карта В.Н. Петрова

К востоку от Чаток-сая широким распространением пользуются спилиты, порфириновые диабазы и их брекчии, возраст которых и взаимоотношения с окружающими породами не были выяснены на момент производства работ по изучению радиоактивности.

На севере района, в сухой долине Сагул-сая, распространены пестроцветные глины и глинистые сланцы, песчаники и конгломераты юры.

Современные отложения представлены галечными и песчаными отложениями саев.

Рудные и гидротермальные проявления в районе пещеры-рудника приурочены к линиям тектонических нарушений или литологическим контактам. Среди проявлений известны сульфидные и окисленные руды, сидеритовые скопления, бурые железняки и окислы марганца (железные шляпы сульфидных залежей), кварцевые и кварц-баритовые безрудные жилы.

### **Работы 1949 года**

Исследования осуществлены сотрудниками геофизической группы Комплексной геолого-разведочной экспедиции треста Средазцветметразведка, а также сотрудниками Сардобского геофизического отряда (начальник А.П. Федорчук) того же треста. Выбор объектов для изучения был сделан главным геологом Кон-и-Гутской геолого-разведочной партии В.Н. Петровым. Результаты изложены в неопубликованном отчете: Германова Е.П. Отчёт по ревизионным работам за 1949 г. на месторождениях Кон-и-Гут, Алмалык и др. – Ташкент: Средазцветметразведка, 1959. – 17 с. Автор отчёта отмечает, что в полевом изучении месторождения она не принимала участия и отчёт составлен на основании предоставленных материалов. Объём выполненных работ невелик: промерено 46 проб руд, 100 образцов вмещающих пород, проведен каротаж 336 м колонковых скважин.

Промер рудных проб осуществлён с использованием бета-метода на приборе СГМ-2. Сравнение сделано по урановому эталону с содержанием урана 0,031 %. Во всех 46 исследованных пробах руд содержания урана были ниже порога чувствительности прибора.

Исследования образцов вмещающих пород проводились гамма-методом с помощью прибора ПР-6. Мерой активности являлся натуральный фон счётчика, равный 70 импульсам в минуту. Промер одного образца осуществлялся в течение одной минуты.

При промере образец устанавливался непосредственно на гильзе и вместе с гильзой экранировался свинцовым экраном с внешней стороны. Из 100 промеренных образцов только 4 показали повышенную радиоактивность – до 125 % натурального фона (до 88 имп/мин), активность остальных была меньше натурального фона.

Гамма-каротаж проведен в колонковых скважинах № 1 и 2, пробуренных Кон-и-Гутской геолого-разведочной партией. Измерения проводились через 0,5 м, время на замер равнялось 2-3 мин. Мерой активности являлись импульсы гамма-счётчика.

В скважине 1 каротаж проведен от поверхности до 145 м. Радиоактивный фон на поверхности составлял 50-75 имп/мин. Такие значения сохранялись примерно до 30 м, а ниже активность упала до 25 имп/мин; лишь в интервале от 130 до 135 м она вновь увеличилась до 50 имп/мин.

В скважине 2 каротаж сделан до 200 м (рис. 2). Радиоактивность у устья скважины составляла около 75 имп/мин и сохраняла свои значения до глубины 25 м. Ниже активность пород не превышала 50 имп/мин.

### **Изучение радиоактивности в 1950 году**

Исследования радиоактивности горных пород пещеры-рудника были проведены геофизическим отрядом Комплексной экспедиции под руководством В. Давыдова. Результаты изложены в неопубликованной работе: Карелин А.Г. Отчёт о проведении ревизионных работ на месторождении Кон-и-Гут в 1950 г. – Ташкент: Средацветметразведка, 1950. – 26 с.

Измерения под землёй осуществлены в Светлом гроте, камерах № 27 и 28, в рассечке № 1, пройденной из древней выработки (рис. 3), и штольнях № 1, 3 и 4 (рис. 4), пройденных Кон-и-Гутской геолого-разведочной партией при детальной разведке месторождения в 1948-1950 гг. (Петров, неопубликованный отчёт, 1951). Промеры радиоактивности проводились по обеим противоположным стенкам пещерных ходов и выработок с интервалом в 1 м. За меру активности принималось количество импульсов в минуту. Участок для контрольного замера натурального фона был выбран в известняках, где количество импульсов не превышало 100. Соответственно, активность пород изученных подземных объектов выражалась в единицах натурального фона (см. рис. 3 и 4).



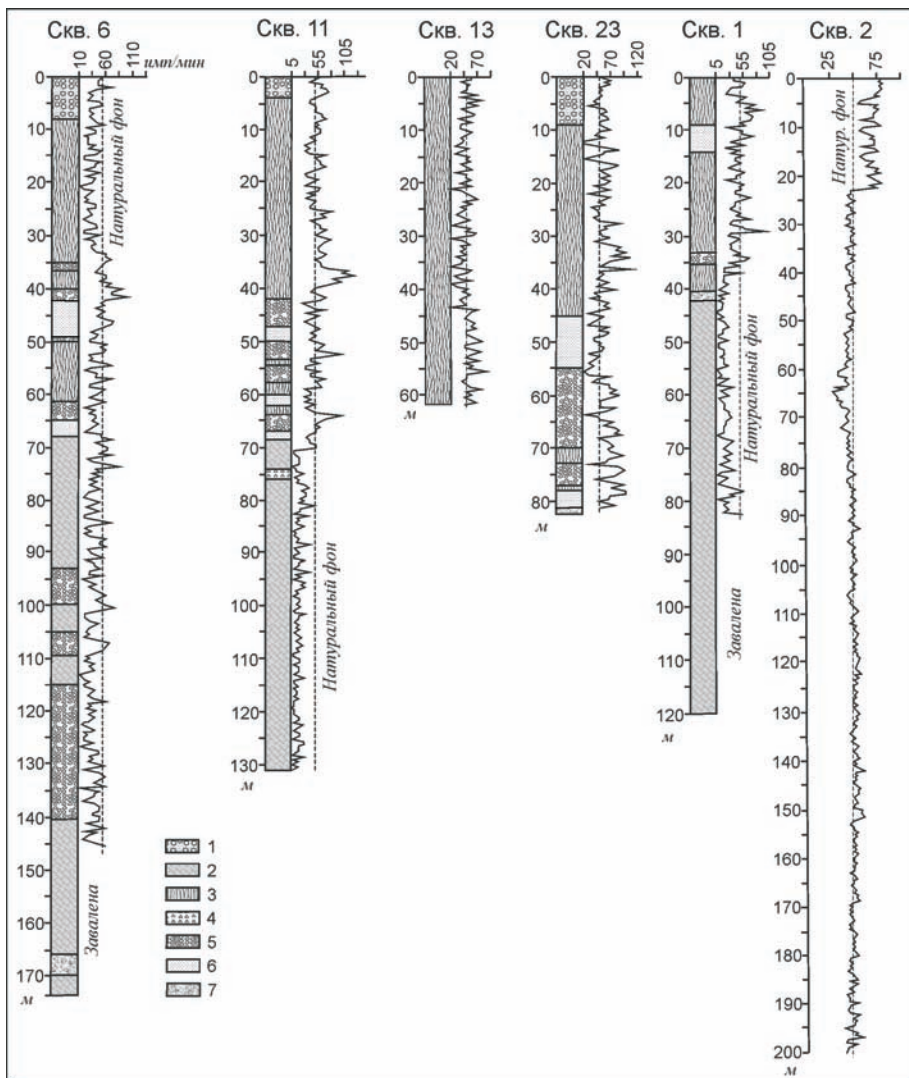


Рис. 2. Гамма-каротажные кривые по скважинам № 1, 2, 6, 11, 13 и 23, пробуренным близ пещеры-рудника Кан-и-Гут, по В. Давыдову (Германова, неопубликованный отчет, 1950; Карелин, неопубликованный отчет, 1950): 1 – современные наносы; 2 – известняки; 3 – сланцы; 4 – брекчии; 5 – конгломераты; 6 – песчаники; 7 – сульфидные руды.

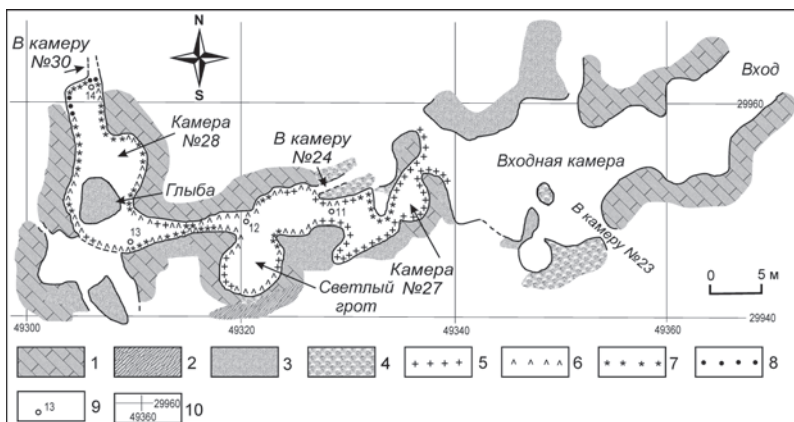


Рис. 3. Результаты гамма-съёмки части пещеры-рудника Кан-и-Гут, по В. Давыдову (Карелин, неопубликованный отчёт, 1950): 1 – известняки; 2 – сланцы; 3 – сульфидные руды; 4 – окисленные руды; 5-8 – активность пород в единицах натурального фона: 5 – до 1; 6 – до 2; 7 – до 3; 8 – свыше 3; 9 – номера маркшейдерских пикетов Кон-и-Гутской партии; 10 – координатная сетка маркшейдерского плана пещеры-рудника, выполненного Кон-и-Гутской партией (Петров, неопубликованный отчёт, 1951)

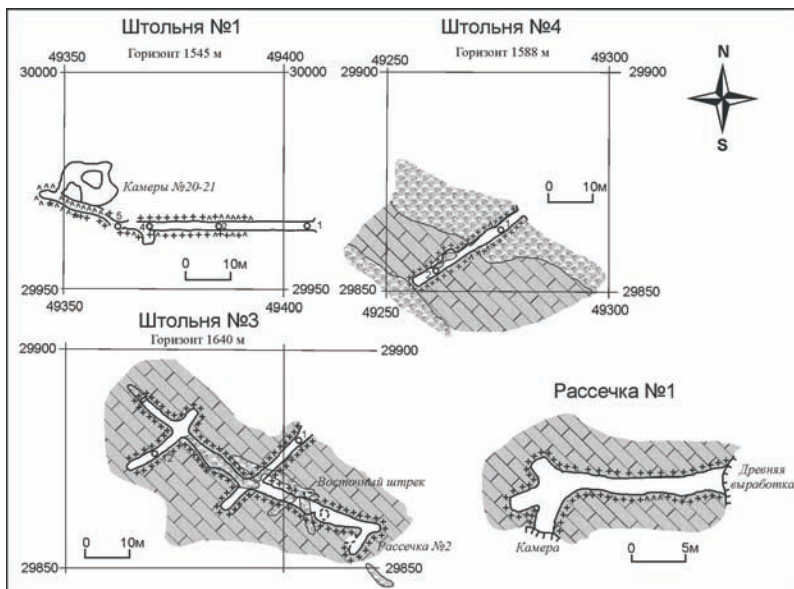


Рис. 4. Результаты гамма-съёмки штолен и рассечки, пройденных Кон-и-Гутской партией в 1948-1950 гг., по В. Давыдову (Карелин, неопубликованный отчёт, 1950). Условные обозначения на рис. 3

В пещере-руднике Кан-и-Гут закартированы известняки, сульфидные и окисленные руды и кремнистые сланцы. Радиоактивность последних не измерялась. Попытка изучить активность пород, вскрытых пещерой-рудником, не удалась, так как для этого потребовались бы большие подготовительные работы для обеспечения безопасности наблюдений. Измерения были проведены лишь вдоль 63 м ходов и камер пещеры-рудника, расположенных в 31 м от Главного входа (см. рис. 3).

Активность известняков Входной камеры и камеры № 27 превышает одного натурального фона, в Светлом гроте составляет один-два натуральных фона, у 12 пикета и в гроте № 28 повышается до двух-трёх натуральных фонов, а в районе пикета 14 (возле устья хода в камеру № 30) имеет наивысшие значения – от 3 до 3,5 натуральных фонов (см. рис. 3). Окисленные руды в камере № 27 и в районе пикета 11 характеризуются радиоактивностью от одного до трёх натуральных фонов, в Светлом гроте она составляет два натуральных фона. Активность сульфидных руд возле 11 пикета не превышает одного-двух натуральных фонов, в Светлом гроте варьирует от одного до трёх натуральных фонов, в ходе между 11-м и 12-м пикетами – от двух до трёх натуральных фонов (см. рис. 3).

Интервалы с повышенной радиоактивностью подвергались дополнительному изучению, и проводились тщательные поиски радиоактивных минералов. Несмотря на предпринятые усилия, причину повышенной радиоактивности пород выяснить не удалось. Было сделано предположение о том, что увеличение радиоактивности связано с отложением гипергенных урановых минералов в ослабленных зонах.

Штольня № 1 и вскрытые ею камеры № 21 и 22 пещеры-рудника заложены в известняках. Активность их колеблется от одного до двух натуральных фонов (см. рис. 4). На отдельных участках, не превышающих по длине одного метра, активность повышается до трёх натуральных фонов.

Штольня № 3 пройдена по известнякам и окисленным рудам (см. рис. 4). Активность в пределах всей штольни и пройденных из неё рассечек, штреков и других выработок не превышает одного натурального фона.

Штольня № 4 вскрывает сланцы и известняки. Активность пород не превышает натурального фона за исключением части юго-западной стенки, где на протяжении около пяти метров активность повышается до двух натуральных фонов (см. рис. 4).

Рассечка № 1 пройдена по известнякам из древней выработки пещеры-рудника. Активность по всему периметру не превышает натурального фона, за исключением четырех метров вдоль южной стенки, где радиоактивность достигает двух натуральных фонов (см. рис. 4).

Суммарная длина исследованных штолен и рассечки, пройденных Кон-и-Гутской геолого-разведочной партией, составляет 236 м.

На Центральном участке месторождения проведён гамма-каротаж пяти скважин (№ 1, 6, 11, 13 и 23), причем каротаж скважины 1 сделан повторно (первый раз он был осуществлён в 1949 г.), но лишь до глубины 83 м: ниже скважина оказалась заваленной.

Активность известняков по данным каротажа скважин – наименьшая среди других типов пород: например, значения от 5 до 30 имп/мин характерны для 60% мощности известняков, вскрытых в скважине 1, от 30 до 50 имп/мин – для 40% мощности и лишь на глубинах 78 и 83 м достигают соответственно 58 и 56 имп/мин. В 11-й скважине 93% мощности известняков интервала 68,5-131 м имеют активность от 5 до 30 имп/мин и только 7% – от 30 до 50 имп/мин. Несколько более высокая радиоактивность известняков отмечена в скважине 6. Значения от 20 до 30 имп/мин зафиксированы лишь для 23% мощности слоя известняков в интервале 68-93 м, тогда как активность от 30 до 50 имп/мин составляет 60% мощности слоя, от 50 до 75 имп/мин – 15%, а на долю активности от 75 до 90 имп/мин приходится 2% мощности слоя (см. рис. 2).

Радиоактивность сланцев варьирует в пределах от 20 до 100 имп/мин, однако значения от 80 до 100 имп/мин встречены только в скважине 23. В целом преобладают значения от 30 до 80 имп/мин.

Особенностью конгломератов и песчаников является их относительно повышенная радиоактивность, сопоставимая в ряде скважин с таковой сланцев. Наибольшие значения активности конгломератов зафиксированы в скважине 6 – от 75 до 110 имп/мин в интервале 40-42 м и в скважине 11 в интервале 64-67 м – от 50 до 105 имп/мин (см. рис. 2). Активность песчаников изменяется от 20 до 80 имп/мин, повышаясь в отдельных интервалах до 95 имп/мин (скважина 23, интервал 77,5 – 81 м) и до 105 имп/мин (скважина 11, интервал 64-67 м).

Окисленные руды имеют низкую радиоактивность (менее 30 имп/мин) в скважине 1 (см. рис. 2).

Кроме того, была исследована радиоактивность пород, вскрытых канавами на поверхности на Центральном участке. Интервал замеров в канавах составлял 1 м. Активность известняков в канавах оказалась существенно выше таковой в скважинах: ее значения колебались от 45 до 75 имп/мин в канаве № 97, от 50 до 60 имп/мин в канаве № 121, от 70 до 95 имп/мин в канаве № 20 и от 55 до 115 имп/мин в канаве № 112а. Активность окисленных руд также колеблется в значительных пределах: от 40 до 70 имп/мин в канаве № 122 и от 75 до 110 имп/мин в канаве № 112в.

По двум субмеридиональным профилям – D-C и D-E, ориентированным вкрест простирания комплексов пород (см. рис. 1), проведено изучение радиоактивности пород в естественном залегании. Интервал между замерами в среднем составлял 5 м.

Профиль D-E (рис. 5) начинается от пещеры-рудника Кан-и-Гут (гора Зангур), пересекает разнообразные палеозойские образования и пестроцветные терригенные толщи юрского возраста, обнажающиеся в сухой долине Сагул-сая. Окончание профиля находится на 250 м севернее рамки карты, показанной на рисунке 1. Активность спилитов и порфиритовых диабазов колеблется от 50 до 100 имп/мин при преобладающих значениях от 60 до 75 имп/мин. Для силурийских сланцев характерны значения от 75 до 100 имп/мин. Радиоактивность известняков среднего девона – нижнего карбона колеблется в широких пределах – от 25 до 100 имп/мин при преобладающих значениях от 40 до 75 имп/мин. Активность конгломерато-песчано-сланцевой толщи нижнего карбона колеблется от 50 до 105 имп/мин при преобладающих значениях от 50 до 85 имп/мин. Кремнистые сланцы нижнего карбона характеризуются широкими вариациями активности – от 10 до 125 имп/мин при преобладающих значениях от 50 до 85 имп/мин. Терригенные образования юры в долине Сагул-сая показали вариации активности от 45 до 105 имп/мин при преобладании значений от 60 до 80 имп/мин.

Профиль D-C (см. рис. 5), начинаясь также от пещеры-рудника Кан-и-Гут на горе Зангур, протягивается к югу, пересекает Шодымир-сай и заканчивается в горах Шодымир-Тау. Конгломерато-песчаниково-сланцевая толща нижнего карбона характеризуется изменениями активности от 75 до 150 имп/мин. Активность кремнистых сланцев нижнего карбона изменяется

в больших пределах – от 35 до 175 имп/мин при преобладающих значениях на разных участках от 40 до 75 имп/мин и от 75 до 100 имп/мин. Известняки среднего девона – нижнего карбона в горах Шодымир-Тау имеют относительно высокую радиоактивность – от 50 до 150 имп/мин при преобладающих значениях от 60 до 100 имп/мин, – что существенно выше, чем в аналогичных известняках вдоль профиля D-E и известняках, вскрытых скважинами.

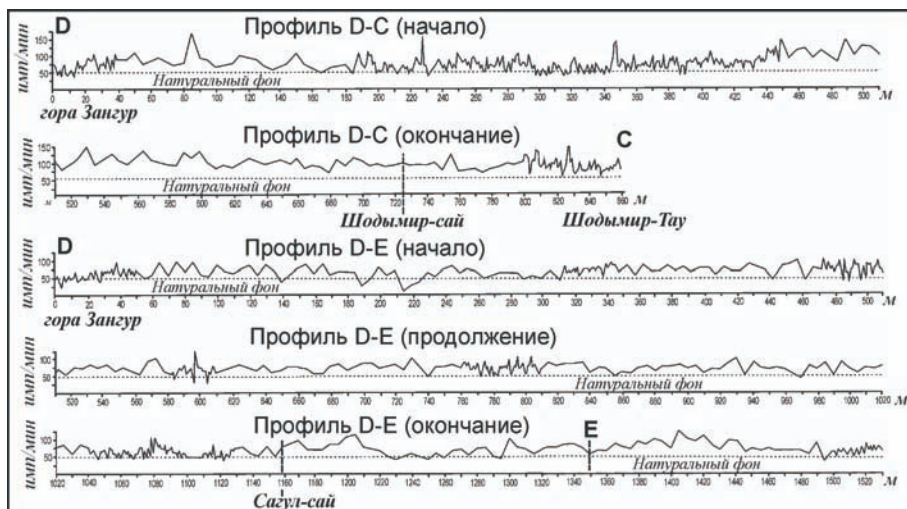


Рис. 5. Кривые радиоактивности пород на поверхности вдоль субмеридиональных профилей, проходящих через пещеру-рудник Кан-и-Гут, по В. Давыдову (Карелин, неопубликованный отчет, 1950)

### Заключение

В 1949-1950 годах были предприняты производственные работы по изучению естественной радиоактивности пород и руд пещеры-рудника Кан-и-Гут, а также окружающей территории. В связи с невозможностью обеспечить безопасность наблюдений во всей пещере-руднике было изучено лишь около 10% доступных ходов, включая штольни и рассечку, пройденные Кан-и-Гутской геолого-разведочной партией в 1949-1950 годах.

Радиоактивность вмещающих пород пещеры-рудника – известняков, сульфидных и окисленных руд – колеблется в широких пределах – от одного до 3,5 натуральных фонов. Как исследователям Радиевой экспедиции 1914 г., так и геофизикам

Комплексной экспедиции Средазцветметразведки не удалось выявить причину повышенной активности пород и руд пещеры-рудника, несмотря на тщательные поиски радиоактивных минералов. Была высказана гипотеза о связи повышенных ионизации воздуха и радиоактивности пород пещеры-рудника с накоплением гипергенных урановых минералов в ослабленных зонах.

В штольнях и рассечке, пробитых в 1948-1950 гг., активность пород оказалась ниже – в пределах одного-двух натуральных фонов. Лишь в штольне № 1 на двух интервалах длиной не более одного метра активность достигала трёх натуральных фонов.

Радиоактивность среднедевонских – нижнекарбоновых известняков, вскрытых скважинами в районе пещеры-рудника, как правило, не превышает натурального фона. В то же время намюрские конгломераты и песчаники нижнего карбона характеризуются повышенной радиоактивностью, сравнимой с активностью сланцев. Причина этого явления также не выяснена.

Изучение активности обнажений вдоль субмеридиональных профилей показало относительно широкие вариации радиоактивности пород, слагающих палеозойские толщи в районе Кан-и-Гута. Исследованные участки не представляют интереса в промышленном отношении, поскольку, основываясь на измененной активности пород, содержание радиоактивных минералов в них не превышает тысячных долей процента.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусов В.И. О роли олистостромов и покровов в геологии Туркестано-Алая (Южный Тянь-Шань). Статья 2 / В.И. Белоусов // Геология и разведка. – 1998. – №6. – С. 33-45.

2. Дмитрий Иванович Щербаков: жизнь и деятельность 1893-1966 / под ред. Н.В. Белова, Ф.И. Вольфсона, Я.Б. Когана. – М.: Наука, 1969. – 287 с.

3. Кон-и-Гутская экспедиция // Военная мысль. – Ташкент: Изд. Реввоенсовета Туркестанского Фронта, 1920. – Кн. 1. – С. 411.

4. Попов М.Г. Пещера Кон-и-Гут в Ферганских горах / М.Г. Попов // Изв. Туркестанского отд. русск. географ. об-ва. – 1924. – Т. XVII. – С. 179-184.

5. Преображенский И.А. Месторождения радиоактивных минералов Западной Ферганы / И.А. Преображенский // Труды по

изучению радия. – Ленинград, 1926. – Т. 2. – С. 73-101.

6. Снесарев А.Н. Материалы по распространению радиоактивности в западной части Ферганской Области / А.Н. Снесарев // Труды по изучению радия. – Ленинград, 1926. – Т. 2. – С. 121-186.

7. Щербаков Д.И. Месторождения радиоактивных руд и минералов Ферганы и задачи их дальнейшего исследования / Д.И. Щербаков // Материалы для изучения естественных производительных сил России. – Л.: Изд-во АН СССР, 1924. – № 47. – 59 с.

8. Filippov A.G. Kan-i-Gut Cave Mine in Kyrgyzstan / La Grotta Miniera di Kan-i-Gut in Kyrgyzstan / A.G. Filippov, V.V. Tsibanov // Mine Caves / Grotte di Miniera. Memorie Istituto Italiano di Speleologia. – 2013. – S. II. 28. – P. 79-95.



## ПОТЕРИ СПЕЛЕОЛОГИИ

## LOSSES OF SPELEOLOGY

### АНТОН ДРОППА, СТАРЕЙШИЙ СЛОВАЦКИЙ СПЕЛЕОЛОГ (1920-2013)



13 июля 2013 г. в Липтовском Микулаше на 94 году жизни умер старейший словацкий спелеолог Антон Дроппа.

Изучению карста и пещер он посвятил почти всю свою жизнь. Основываясь на результатах нескольких поколений спелеологов, он проводил исследования в пещерах Словакии. Автор 12 монографий (последняя была опубликована за месяц до его смерти) и 200 научных работ.

Его краткая биография была представлена в сборнике «Пещеры» в 2010 г. по случаю награждения его в апреле 2010 г. российским президентом Дмитрием Медведевым Орденом

Дружбы за заслуги во время Второй мировой войны.

За более чем пятидесятилетнюю деятельность Антон Дроппа всесторонне исследовал почти все карстовые районы Словакии, в геоморфологическом отношении входящие в Западные Карпаты (площадь этой территории около 2700 км<sup>2</sup>). Им были проведены сопоставление планов и поверхности, а также задокументировано более 400 пещер, длина которых превышает 55 км. Он был первым, кто начал составлять планы пещер и искал более широкое понимание спелеологии как науки. Им было проведено гидрологические исследования с окрашиванием десятков подземных рек Словакии. Научно-исследовательская работа доктора Антона Дроппы была чрезвычайно богата. Его уход из жизни – большая

потеря для спелеологической общественности Словакии. Ставший еще при жизни живой легендой, он до последних дней своей жизни был хранилищем знаний прошлых поколений. Антон Дроппа был таким же Великим спелеологом Словакии, как В.Н. Дублянский в России.

*П. Голубек*

### **К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Н.А.ГВОЗДЕЦКОГО<sup>1</sup> (1913-1984)**

В 2013 г. исполняется 100 лет со дня рождения Николая Андреевича Гвоздецкого – крупнейшего географа, карстоведа, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, оставившего глубокий след в географии и карстоведении XX в.

Н.А. Гвоздецкий родился в Санкт-Петербурге в 1913 г. Детство, школьные годы будущего географа и карстоведа прошли в г. Иваново. С ранних лет он вдохновенно собирал коллекции минералов и ископаемых организмов, комплектовал гербарии. Мечта стать естествоиспытателем привела его в Московский университет, на географический факультет, куда он поступил в 1932 г. Среди своих университетских учителей Н.А. Гвоздецкий особо выделял Александра Александровича Борзова, Александра Сергеевича Баркова, Ивана Семеновича Щукина и Александра Николаевича Мазаровича.

Уже во время летних студенческих практик, сначала в Поволжье, затем в Закавказье, он вплотную сталкивается с карстовыми явлениями, позже готовит обобщающий доклад о карсте. Однако в то время будущий профессор еще не предполагал, что изучение карстовых процессов и явлений станет одним из главных направлений его научной деятельности.

По окончании университета в 1938 г. Н.А. Гвоздецкий поступает в аспирантуру к Иннокентию Петровичу Герасимову. Начинается активная научная работа, но ее прерывает война. Аспирант был призван в армию и определен в Харьковскую картографическую часть. В годы войны при напряженной картографической работе заниматься наукой было крайне тяжело. Приходилось выкраивать для этого ночные часы. Он брал с собой на дежурство материалы и в

---

<sup>1</sup> Настоящий материал подготовлен на основе более широкой статьи о Н.А. Гвоздецком, опубликованной в журнале: *Спелеология и Карстоведение*. 2012. №8. Симферополь. С. 63-75.

промежутках между вахтой писал научную работу по орографии Большого Кавказа. В 1943 г. в Саратове он успешно защитил ее в качестве кандидатской диссертации.

По возвращении из армии Н.А. Гвоздецкий состоял доцентом Педагогического института им. В.И. Ленина, а затем в 1948 г. перешел на работу в Московский государственный университет. Занимаясь геоморфологическими исследованиями на Кавказе, он обратил внимание на существенную роль карста в формировании рельефа этой горной страны. Глубокое и всестороннее изучение карста Кавказа привело его к важному выводу, о том, что карст – это не только мощный геоморфологический, но также и ландшафтный фактор, предопределяющий, кроме рельефа, особенности гидрографии, подземного стока, растительности и почв всего ландшафта. Результаты своих комплексных региональных исследований карста он успешно защитил в 1948 г. в Московском государственном университете как докторскую диссертацию. В 1950 г. выходит первая крупная работа Н.А. Гвоздецкого по карсту, в которой были обобщены в основном диссертационные материалы. Книга «Карст» (2-е издание в 1951 г.) стала важным событием в отечественной географической науке и в карстоведении. Многие страницы книги украшены образными, мастерски выполненными рисунками автора.

С 1951 по 1987 г. Н.А. Гвоздецкий – профессор Московского государственного университета, сотрудник, а с 1958 по 1987 г. – заведующий кафедрой ландшафтоведения и физической географии СССР.

Научная деятельность Н.А. Гвоздецкого в области карстоведения и спелеологии была весьма многогранной. В своих работах он в разной степени глубоко затрагивал и развивал актуальные в теоретическом и практическом отношении аспекты карста. Будучи географом, он обращал серьезное внимание на вопросы геологии, гидрогеологии, инженерной геологии карста, спелеологии, внося свежий взгляд и часто оригинальную трактовку тех или иных изучаемых его сторон. Одним из первых он указал на исключительную роль трещиноватости пород в развитии и морфогенезе карста и пещер, генетическую преемственность развития трещин бортового отпора от тектонических разрывов, зависимость карстового микро- и мезорельефа от литологического состава и текстуры карстующихся пород, на важную роль коррозии смешивания в карстогенезе, на конденсацию влаги в подземных

полостях как на гидрогеологическое явление и спелеогенетический фактор, развил идею о совместной роли и соотношении коррозии и эрозии в разрушении карбонатных пород. Целый ряд работ Н.А. Гвоздецкого посвящен вопросам геоморфологии карста, где он, кроме описаний новых карстовых форм, выдвигает и ряд концептуальных выводов, например о генезисе башенного рельефа тропических областей. Теоретические выводы, касающиеся определения карста, его отличия от псевдокарста, карста как процесса и явления и др., сделанные им еще в 40-х гг., стали основополагающими для карстоведения того времени.

Наибольшее внимание он уделял вопросу географического изучения карста. Здесь им осуществлены наиболее интересные и глубокие исследования и обобщения. В научной деятельности Н.А. Гвоздецкого как карстоведа-географа можно выделить ряд направлений, из которых главными, на наш взгляд, являются следующие: исследования условий и факторов развития карста, региональные исследования карста, вопросы типологии и районирования карста, история карстологических исследований и, что наиболее важно, учение о карстовом ландшафте. Комплексный географический подход к изучению карстовых процессов и явлений, что является основной чертой научного творчества Н.А. Гвоздецкого, позволил ему не только выявить, исследовать многочисленные связи и зависимости карста как процесса и явления от среды, показать само его преобразующее влияние на среду, но и увидеть за их многосложным, эволюционным взаимодействием качественно новое интегрированное природное единство – карстовый ландшафт. Концепция карстового ландшафта явилась закономерным синтезом творческих усилий в области разносторонних географических исследований карста – условий и факторов развития, влияния на различные компоненты ландшафта, типологии. Научная завершенность этой концепции состоит не только в соединении различных аспектов карста, но, прежде всего, в увязке с основополагающими представлениями ландшафтоведения (в т.ч. классификацией ландшафтов Земли) и физико-географического районирования.

Научная деятельность Н.А. Гвоздецкого пришлась на период активного ведения в СССР изыскательских, геологоразведочных работ и хозяйственного освоения новых территорий. Все это требовало конкретных знаний о карсте различных регионов, закономерностях его распространения и развития. Не случайно,

поэтому, Н.А. Гвоздецкий уделял столь большое внимание региональным исследованиям карста. Они, будучи проводимыми в разных районах, были также обильным источником сведений о различиях карста, столь важных для типологии и классификации. Завершив обобщение материалов изучения карста Кавказа, он проводил исследования в различных уголках Средней Азии (Тянь-Шань, Зеравшанский хребет, Памиро-Алай, Байсунтау и др.), Казахстана (Устюрт, Мангышлак, Прикаспийская низменность), Сибири (Приангарье, Алтай) и Дальнего Востока (Приморье). Периодически также возвращался к Кавказу и Закавказью, а также инициировал изучение карста различных районов Русской равнины. Результатом исследований явились не только комплексные региональные описания карста, но и схемы его районирования в пределах крупных территорий – Русской равнины, Средней Азии, Центрального Казахстана. Неоднократно в работах Н.А. Гвоздецкого поднимались также вопросы районирования карста всей территории СССР. Кроме того, карстологические исследования и наблюдения осуществлялись им за рубежом – в карстовых районах Болгарии, Венгрии, Чехословакии, Польши, Швеции, Кубы.

Обобщение материалов региональных исследований позволило Н.А. Гвоздецкому разработать детальную типологию карста, а также обосновать свой подход и методику его районирования, которые широко известны в настоящее время и активно используются карстоведами. Результаты многолетних региональных исследований и анализ многочисленных литературных источников позволил Н.А. Гвоздецкому сделать выводы о распространении и особенностях карстовых явлений на всем земном шаре, что в итоге нашло отражение в уникальной монографии «Карст», опубликованной в рамках известной в 1980-х гг. книжной серии «Природа мира». Десятки работ, обобщающих опыт региональных исследований карста, его особенностей и закономерностей развития, опубликованы им также за рубежом. Соответственно, в отечественных изданиях им освещались результаты наблюдений в карстовых регионах зарубежных стран.

Огромная эрудиция, знание литературы, разносторонний характер проводимых исследований, личное знакомство и сотрудничество с карстоведами разных поколений позволили Н.А. Гвоздецкому подготовить ряд работ по истории изучения карста и пещер, о выдающихся карстоведах – А.А. Крубере,

Д.С. Соколове, а также о роли в изучении карста и пещер других известных российских ученых (М. Ломоносова, В. Татищева и др.). В 1974 г. за плодотворную научную деятельность, подготовку плеяды молодых ученых Н.А. Гвоздецкому было присвоено звание Заслуженного деятеля науки Российской Федерации (ранее – Анучинская премия МГУ).

В своей творческой деятельности Н.А. Гвоздецкий всегда уделял большое внимание популяризации карстолого-спелеологических знаний. Более 20 работ посвятил он описанию интересных и своеобразных карстовых пещер, подземных рек и озер, провалов, ледяных образований и фауны пещер, спелеологической символике (филателия) в журналах «Природа», «Наука и жизнь», «География в школе», а также в газетах. Определения карста и пещер по Гвоздецкому неизменно входили в энциклопедии (БСЭ 1953, 1976; Краткая географ. энциклопедия, 1966; Українська Радянська Енциклопедія, 1986; Горная энциклопедия, 1986). Регулярно, на протяжении 30 лет, с 1954 по 1984 г. он следил за спелеологическими открытиями в мире и периодически обобщал этот материал в виде сводок о глубочайших и длиннейших пещерах мира.

На протяжении всей творческой жизни Н.А. Гвоздецкий активно занимался организационными вопросами карстоведения. Долгое время он возглавлял Карстовую комиссию АН СССР, был руководителем Географической секции Московского общества испытателей природы. Итоги работы Комиссии и Секции он периодически освещал в печати. Н.А. Гвоздецкий был также неизменным председателем на многих карстоведческих совещаниях и конференциях, сообщал о них регулярно в научных журналах.

Широкую известность и заслуженное уважение Н.А. Гвоздецкий снискал как редактор и рецензент многочисленных научных и популярных сборников, книг, в том числе зарубежных авторов. Им написаны предисловия, комментарии, послесловия, а также осуществлено редактирование книг известных зарубежных спелеологов и карстологов: Норбера Кастере (1956, 1959, 1964, 1974), Ласло Якуча (1963), Уильяма Холидея (1963), Мишеля Сифра (1982), – переведенных и изданных в СССР. Многочисленные рецензии Н.А. Гвоздецкого на работы советских и зарубежных карстоведов очень содержательны, иногда критичны, но всегда благожелательны.

Научная деятельность Н.А. Гвоздецкого как карстолога пришлась на период становления карстоведения в бывшем СССР. Им опубликовано более 250 научных работ по карсту и спелеологии. Географ Н.А. Гвоздецкий вместе с гидрогеологом Г.А. Максимовичем и спелеологом В.Н. Дублянским на протяжении нескольких десятилетий формировали образ советской карстологической и спелеологической науки. Научное наследие Н.А. Гвоздецкого до сих пор не устарело. Пытливый исследователь карста и пещер может обнаружить в его наследии еще много нереализованных идей и направлений исследований.

***В.Н. Андрейчук***

## РЕЦЕНЗИИ

### REVIEWS



**Андрейчук В.Н., Кадебская О.И., Чайковский И.И. Криогенные минеральные образования Кунгурской Ледяной пещеры / Силезский ун-т; Горный ин-т УрО РАН. Сосновец; Пермь. 2013. 128 с.**

Книга посвящена одному из наименее изученных направлений спелеологии – особенностям формирования и эволюции минералов в зоне оледенения пещер. Исследование криогенных (сформированных холодом) минералов проводится на примере широко известной Кунгурской Ледяной пещеры в При-

уралье. Авторы книги анализируют происхождение криогенных минералов, их разнообразие, минералогические и кристаллографические особенности, закономерности распространения в пределах пещеры. Поскольку формирование и эволюция этих минералов связаны с оледенением пещеры, вопросы ее криоминералогии рассматриваются в тесной связи с климатом пещеры, и с зависящей от него динамикой отрицательной температурной аномалии в пещере.

Книга состоит из шести разделов: 1) «Криоминеральные образования пещер», где рассмотрены общие принципы формирования минералов в холодных условиях, в том числе в пещерах; здесь же рассмотрены общие вопросы: история исследования криогенных минералов, методика их исследования, механизмы формирования и разрушения, особенности строения в пещерах разных типов, а также значение исследований криогенных минералов; 2) «Общие сведения о Кунгурской пещере», где рассматриваются вопросы геологического строения вмещающего карстового массива, морфологии пещеры, особенностей ее формирования; 3) «Климат и оледенение пещеры»; 4) «Криоминеральные образования пещеры», где проанализирована исто-



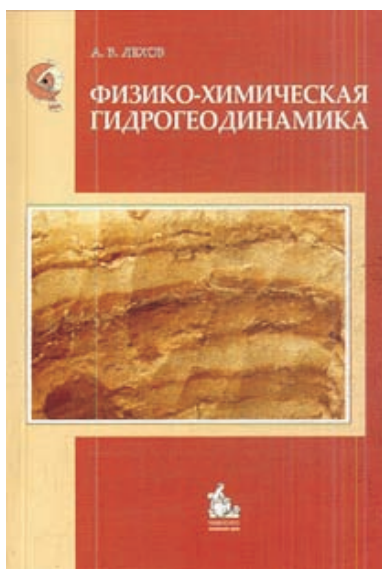
рия исследований и охарактеризованы минералы всех основных климатических зон пещеры: отрицательной температурной аномалии, переходной и нейтральной, – рассмотрены общие вопросы формирования и эволюции криогенных минералов в пещере; 5) «Минералогические и кристаллографические особенности гипсовой муки из разных участков пещеры», где рассмотрено и проведено сравнение особенностей строения и динамики изменений муки в гротах Бриллиантовый, Крестовый, Первом, Новом ходе; 6) «Криоминеральные образования вне пещерной среды», где рассмотрены особенности формирования криогенных минералов на одном из участков техногенного соляного карста Приуралья.

Как отмечают сами авторы, книга содержит результаты первого (во многом еще эмпирического) этапа изучения криогенных минералов и, скорее, обозначает проблему, ставит вопросы, но не всегда дает окончательные ответы на них. Мало того, некоторые интерпретации роста агрегатов криогенных кристаллов выглядят явно поверхностными. Тем не менее появление этой книги знаменует начало нового этапа в изучении криогенных минералов пещер – начала обобщения полученных результатов. Следует также отметить, что книга представляет собой первую работу, посвященную криогенным минералам пещер. Можно согласиться с авторами и рассматривать ее как приглашение к исследованиям по затронутой в ней теме, которая является междисциплинарной и требует комплексного приложения сил специалистов по минералогии, генезису пещер, климату пещер, пещерным отложениям, стабильным и радиоактивным изотопам, палеогеографов, мерзлотоведов, физиков и химиков. Именно комплексный подход позволит глубже и объективнее раскрыть процессы формирования и эволюции криогенных минералов в пещерах во всей их сложности и многообразии.

*Б.Р. Мавлюдов*

**Лехов А.В. Физико-химическая гидродинамика: учебник / М.: КДУ, 2010. 500 с.**

Когда несколько лет назад я встречался с Алексеем Владимировичем, он говорил мне, что пишет книгу по карсту.



Напомню, что А.В. Лехов – специалист по карсту, которого отечественные карстоведы почему-то мало знают. Когда мне в руки попала эта книга, то стало понятно, что она посвящена гораздо более широкому предмету, чем карст, – физико-химическим процессам, которые сопровождают движение воды в верхней части земной коры. С другой стороны следует признать, что и материал о карсте в книге присутствует и занимает вполне достойное, хотя и не основное место. Думаю, – что и разделы, прямо не посвященные карсту, могут быть полезны карстоведам (гидрогеохимическая система,

процессы преобразования вещества, массоперенос, модели миграции).

Книга очень серьезная и полезная, но человеку, не обладающему знаниями по химической кинетике, читать будет очень трудно. В книге вводится понятие «гидрогеохимическая система», и далее раскрываются ее элементы и процессы, обеспечивающие ее существование и эволюцию. В целом в ней освещены физико-химические и математические основы миграции подземных вод, методика построения математических моделей, которые сопровождаются примерами их использования для исследования конкретных процессов, происходящих в природных обстановках с заданием существующих параметров и граничных условий. В книге приводится описание гидрохимической системы процессов трансформации вещества подземных вод, процессов массопереноса, создания моделей миграции одно- и многокомпонентных растворов. Она изобилует математическими и кинематическими расчетами.

Для карстоведов наиболее интересны два раздела: 5 «Растворение и осаждение» в главе 2 «Процессы преобразования вещества» и 14 «Развитие карбонатного карста» в главе 5 «Комплексные модели миграции». Оба раздела небольшие: первый 36 страниц, второй – 34 страницы, хотя это относительно небольшая часть из общего объема книги. Рассматривая развитие карста, автор

проводит построения от уровня элементарной поверхности, а далее через единичную трещину и систему трещин выходит на уровень карстового массива. Описание процесса, полученное на низком уровне, используется в модели процесса высшего уровня. Автор сводит карстовый процесс к существованию и развитию тонких зон понижения и повышения пористости и проницаемости, приуроченных к разным границам: литологических разностей известняков, зон напластования, тектоническим границам, а также к зоне переменной обводненности карстового массива.

*Б.Р. Мавлюдов*



**Супруненко Ю.П. Москва подземная: крона и корни великой тайны. Серия «Исторический путеводитель». М.: Вече, 2011. 320 с.**

Книга приглашает в путешествие по малоизученной, а порой и неведомой для многих подземной части Москвы и Московской области. Именно с подземельями связано большинство легенд и загадочных историй, многие из которых уходят корнями в глубокую древность (отсюда название книги). И в них, и в современных преданиях не всегда можно отличить правду от вымысла. В книге 7 частей:

1. Неразгаданные тайны московских недр.
2. Секреты московского метро.
3. Подземный город-двойник столицы.
4. Из исторических глубин.
5. «Тайные ходы» кремлевской власти.
6. Земно-подземная мистика.
7. В окрестностях Москвы.

Уже из содержания видно, что в книге собрано много разнообразной и разнородной информации, в том числе мифов и баск,

почерпнутых из разнообразных печатных изданий, Интернета, из сообщений уфологов, диггеров, спелестологов. В книге собрано много интересных исторических фактов о подземных объектах Москвы и ее окрестностей, некоторые разделы посвящены истории полностью. Но при чтении исторического раздела часто вдруг обнаруживаешь, что автора бросило в мистику, и он тут же без переходов начинает рассказывать байки. В некоторых разделах правдивые сведения начинают перемежаться с вымыслом, тогда к книге перестаешь относиться серьезно, потому что уже не понимаешь, где правда, а где вымысел. Впрочем, книга написана занимательно, хорошим литературным языком и читается с увлечением.

*Б.Р. Мавлюдов*



**Смирнов В.А. Горячий карст: вулканогенные полости в карбонатных породах Урала: монография / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2013. 355 с.**

Тема настоящего исследования находится на стыке целого ряда научных дисциплин: общей геологии, минералогии, петрографии, геохимии, карстоведения, вулканологии, физической химии.

Монография достаточно содержательна и охватывает 10-летний период исследований автора, за который проведены сотни экспеди-

ций на территории Кизеловского угольного бассейна и ряда сопредельных территорий.

Книга посвящена описанию минерального состава, структурных и текстурных особенностей глинистых отложений в карбонатных полостях. Основная часть монографии состоит из восьми глав общим объемом 353 с., включая 923 иллюстрации и список литературы из 105 наименований. В 1-й главе автор определяет объекты исследования и описывает методику проведения работ. В

главе 2 рассматривает представления о геологическом строении района по результатам предшествующих работ. Глава 3 посвящена закономерностям образования пещер по теории классического карста. В 4-й главе представлены результаты полевых и лабораторных исследований. В главе 5 автор приводит альтернативную гипотезу формирования пещер. В главе 6 проведена оценка морфологических особенностей пещер с позиций различных гипотез их формирования. В главе 7 приводятся примеры связи полостей в карбонатных породах с магматизмом. В главе 8 рассмотрена связь карста с алмазоносностью.

Среди исследований на данной территории это первая работа, которая обобщает материалы и подводит к выводу о наличии в известняках тел силикатных горных пород, формирование которых не может быть связано с действием гидрогеологических факторов. Не со всеми выводами в работе автора можно согласиться. Несмотря на большой объем материала, автору удалось далеко не полностью решить поставленные задачи, например, провести обоснование геологической модели процесса происхождения полостей в карбонатных породах.

Следует обратить внимание, что это не влияет на общую положительную оценку рецензируемой работы. Эта интересная и новая информация, которая послужит основой для дальнейших исследований по данной тематике.

*О.И. Кадебская*

## СВЕДЕНИЯ О ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЯХ ПО СПЕЛЕОЛОГИИ И КАРСТУ

### INFORMATION ABOUT SPELEOLOGICAL AND KARSTIC PERIODICALS

#### ЖУРНАЛ «SPELERPES»



Выходящий с 1974 г. журнал «Spelerpes» предоставляет возможность публиковать результаты исследований выполненных нидерландскоязычными и в первую очередь фламандскими спелеологами. Издание выходит два раза в год на нидерландском языке, хорошо иллюстрировано, содержит большое количество фотографий, средний объем около 50 страниц.

Журнал выпускается под руководством Фламандского спелеологического объединения (Verbond van Vlaamse Speleologen), которое является одной из двух действующих в

Бельгии независимых спелеологических федераций.

Фламандское спелеологическое объединение – это нидерландскоязычная федерация, объединяющая 26 фламандских спелеоклубов. Помимо координации деятельности отдельных клубов Фламандское объединение поддерживает работу нескольких рабочих групп, специализирующихся на отдельных направлениях, таких, как работа с молодежью, обучение, охрана пещер, безопасность и чрезвычайные ситуации, пещерный дайвинг, фото- и видеосъемки в пещерах, издание спелеожурнала.

Журнал включает следующие более и менее постоянные разделы:

- материалы, связанные с исследованиями бельгийских пещер;
- материалы, связанные с исследованиями европейских пещер;
- материалы, связанные с исследованиями неевропейских пещер;
- погружения в пещерах;
- обсуждение различных научно-технических вопросов,

связанных со спелеологией.

Редакция журнала приглашает к сотрудничеству всех, кто интересуется этими направлениями.

Дополнительную информацию можно найти на сайте Фламандского спелеологического объединения – <http://www.speleovvs.be/index.php/werkgroepen/vvs/spelerpesredactie>

*Г.Ю. Ланской*

### *16-й международный спелеологический конгресс, г. Брно, Чехия*



Во второй половине июля 2013 г. в Чешской республике состоялся 16-й Международный спелеологический конгресс, участие в котором приняли более 1200 человек из 61 страны мира. Чехия уже во второй раз стала ареной для проведения столь крупного и значимого мероприятия – в 1973 г. тогда еще чехословацкий город Оломоуц принимал у себя 6-й Международный конгресс.

Разнообразные предконгрессные экскурсии, которые прошли в течение недели в разных странах Европы, стали неформальным началом конгресса. Одной из ключевых многодневных программ стал спелеолагерь на территории Моравского карста. Лагерь собрал десятки спелеологов с пяти континентов. Для посещения были предложены пещерные маршруты различной сложности, некоторые из них проходили по заповедным участкам, специально подготовленным к конгрессу. Массу впечатлений оставила не только потрясающая красота пещер, но и протяженные верти-



кальные лестницы, «тарзанка» над глубоким озером, плоты, где с трудом может разместиться один человек, и шкуродеры, по которым приходилось преодолевать ледяные подземные реки.

Официальное открытие конгресса состоялось 21 июля на территории выставочного центра города Брно. После Генеральной Ассамблеи международного союза спелеологов на площадке центра развернулось красочное шоу в национальном чешском стиле с танцами, оркестром и пивом компании Starobrna, являвшейся одним из спонсоров мероприятия.

С 22 июля в здании конгресс-центра последовательно проходили заседания 17 научных секций, охватывающих все основные и прикладные направления спелеологических исследований. В процессе заседаний было заслушано свыше 200 устных докладов (в т.ч. из России – О.И. Кадебская, И.А. Агапов, А.А. Гунько и др.), в отдельном зале находились стенды с более чем 70 постерами. К началу конгресса были изданы три тома материалов общим объемом 1460 страниц.

В течение конгресса проходили всевозможные тематические мероприятия: картографический салон, где выставлялись оформленные результаты пещерных топо съемок; фото- и арт-салон; фестиваль спелеологических фильмов; соревнования для любителей посостязаться в скоростном лазании техникой SRT и по лестнице. Больше всего привлекло внимание шоу с показом фотографий и фильмов в формате 3D.

Все дни работала выставка-продажа спелеологической литературы, а также всевозможной атрибутики, сувениров, снаряжения и оборудования. В отдельных павильонах и на стендах были представлены различные международные спелеопроекты, в том числе и из России – стенд Ординской пещеры (Пермский край) и стенд подземной радиосвязи XFERRA (Омск).

Один из дней конгресса начался с экскурсии в пещеры Моравского карста, а завершился живым концертом чешской музыки. Надо заметить, что территория самого города Брно оказалась весьма любопытной для подземных экскурсий – здесь оборудованы для посещения крепостные казематы, протяженные городские подвалы, склепы монахов-капуцинов и костницы под храмами. Множество ресторанов расположены в старинных подземельях на глубине 5–7 м от поверхности земли.

После обширной научной программы вечером 27 июля был организован общий банкет, завершившийся грандиозным салютом.

28 июля состоялась Генеральная Ассамблея международного союза спелеологов, в рамках которой прошли выборы состава бюро и президента союза. Им стал представитель Южной Кореи – Ву Кунг Сик (Woo Kyung Sik). Следующим местом проведения Международного спелеологического Конгресса был назначен австралийский город Сидней. После официальной церемонии закрытия спущенный флаг международного союза спелеологов был торжественно передан представителям Австралии.

По окончании Конгресса часть участников отправилась на экскурсию.

В заключение хотелось бы отметить высочайший уровень организации мероприятия. Благодаря слаженной работе Оргкомитета было обеспечено не только научное, но и неформальное взаимодействие между спелеологами разных стран. В этом велика заслуга как Международного союза спелеологов, так и Чешского спелеологического общества, а также чешских общественных, государственных и коммерческих организаций-спонсоров и партнеров.

*А. Гунько*

2012

КНИГИ

**Абдуллин Ш.Р.** Биота пещеры Шульган-Таш (Каповой) / Ш.Р. Абдуллин, С.А. Капралов, Л.И. Кузьмина // Гос. заповедник «Шульган-Таш». – [Б. м.] Гос. заповедник «Шульган-Таш», 2012. – 21 с.

**Баранов С.М.** Пещеры Челябинской области / С.М. Баранов, Л.Д. Волков. – Челябинск: Абрис, 2012. – 158 с.

**Баулин Ю.И.** Тропой подземной ночи: записки спелеолога (Горный Крым – Москва) / Ю.И. Баулин. – М., 2012. – 263 с.

**Геология** в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых с междунар. участием): в 2 тт. – Пермь, 2012.

**Геология** и полезные ископаемые Западного Урала: ст. по материалам регион. науч.-практ. конф. с междунар. участием / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012. – 208 с.

**Инженерная** геодинамика Украины и Молдовы (оползневые системы): в 2 т. / под ред. Г.И. Рудько, В.А. Осиюка. – Киев-Черновцы: Букрек, 2012. – Т. 1. – 592 с.; Т. 2. – 744 с.

**Пещеры:** сб. науч. ст / ред. Н.Г. Максимович . – Пермь, 2012. – Вып. 35. – 337 с.

**Проблемы** минералогии, петрографии и металлогении: Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 15. – 406 с.

**Самсонов В.Ю.** Тайны пензенских подземелий / В.Ю. Самсонов. – Пенза, 2012.

СТАТЬИ

**Абдуллин Ш.Р.** Цианобактерии и водоросли пещеры Левобережная (Ленинградская область) / Ш.Р. Абдуллин // Ботанический журнал. – 2012. – Т. 97, № 8. – С. 1040-1051.

**Автотрофно-гетеротрофная** экосистема озера освещенной части пещеры Вертолетная (Республика Башкортостан)

/ Ш.Р. Абдуллин [и др.] // Известия Самарского науч. центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 1-1. – С. 218-221.

**Алванян А.К.** Физико-механические свойства гипсового камня и инженерно-геологические условия Богомоловского месторождения / А.К. Алванян, Р.Г. Ибламинов, А.В. Коноплев // Поли-тематический сетевой электронный научный журнал Кубанского гос. аграрного ун-та. – 2012. – № 83. – С. 168-177.

**Анализ** причин аварий сооружений и ущербов в карстовых районах / В.В. Толмачев [и др.] // Проблемы снижения природных опасностей и рисков: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 18-19 окт. 2012 г. – М., 2012. – Т. 1. – С. 330-335.

**Баранников А.Г.** Рудоносный карст мезозойского возраста на Урале / А.Г. Баранников // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 456.

**Баранов С.М.** История картографии началась в каменном веке (открыта самая древняя карта в России) / С.М. Баранов // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: материалы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Челябинск, 2012. – С. 3-14.

**Баранов С.М.** Карстовые реки, ручьи и суходолы на территории Челябинской области / С.М. Баранов // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: материалы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Челябинск, 2012. – С. 501-506.

**Баранов С.М.** Распространение карстовых рек, ручьев и суходолов на территории Челябинской области / С.М. Баранов // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 5-12.

**Баранов С.М.** Самая древняя карта в России – новая интерпретация палеолитических рисунков в Игнатьевской пещере (Южный Урал) / С.М. Баранов // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 76-87.

**Барышников Г.Ф.** Обзор ископаемых остатков позвоночных из плейстоценовых слоев Ахштырской пещеры (Северо-Западный Кавказ) / Г.Ф. Барышников // Труды Зоологического института РАН. – 2012. – Т. 316, № 2. – С. 93-138.

**Барях А.А.** О природе провалов на земной поверхности после затопления Первого березниковского рудника / А.А. Барях, И.А. Санфиоров // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. – Пермь, 2012. – Вып. 10. – С. 65-68.

**Батурин Е.Н.** К вопросу классификации подводных источников / Е.Н. Батурин, Д.И. Корнилова, Е.П. Катаева // Геология в

развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 103-105.

**Батурин Е.Н.** Комплекс методов эффективного поиска подводных карстовых источников / Е.Н. Батурин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 341.

**Блинов С.М.** Полевая экскурсия «Природные и техногенно измененные ландшафты района гор Крестовой и Ладейной» / С.М. Блинов, А.К. Имайкин // Геофизические проблемы Приуралья: материалы 10-й летней студ. школы (1-12 авг. 2012 г.). – Пермь, 2012. – С. 322-328.

**Брык Д.И.** О мировом опыте использования подземных горных выработок и пещер в качестве защитных сооружений / Д.И. Брык, В.Г. Нарышкин, В.И. Пчелкин // Технологии гражданской безопасности. – 2012. – Т. 9, № 2. – С. 22-29.

**Власова С.Е.** Анализ и предпосылки активизации карста на Уфимском косогоре / С.Е. Власова // Вестник транспорта Поволжья. – 2012. – № 2. – С. 83-86.

**Воробьева С.В.** Влияние температуры на рост психрофильных бактерий, выделенных из пещер Дальнего Востока, Средней Сибири и Западного Кавказа / С.В. Воробьева, С.В. Хижняк, Л.Т. Харламова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 9. – С. 117-121.

**Гаев А.Я.** Гидрогеологические особенности карстосферы / А.Я. Гаев, Ю.А. Килин, И.И. Минькевич // Подземная гидросфера: материалы Всерос. совещ. по подземным водам Востока России (20-е совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока). – Иркутск, 2012. – С. 55-58.

**Гаспарян Р.К.** Влияние подземных пустот на устойчивость геосреды г. Гюмри Р.К. Гаспарян // 14-е Сергеевские чтения «Роль инженерной геологии и изысканий на проектных этапах строительного освоения территории»: материалы годичной сессии Научного Совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Москва, 22 март. 2012 г. – М., 2012. – С. 270-275.

**Геологическое** строение и ресурсы недр // Атлас Пермского края. – Пермь, 2012. – С. 10-28.

**Гигиенические** исследования в карстовой пещере / Л.В. Кириченко [и др.] // Пермский медицинский журнал. – 2012. – Т. 29, № 1. – С. 97-100.

**Глинский М.Л.** Особенности геологического строения участка размещения Нижегородской АЭС и их учет в проектных решениях ее строительства / М.Л. Глинский, В.А. Егорова, Л.Г. Чертков // Разведка и охрана недр. – 2012. – № 10. – С. 49-52.

**Головачев И.В.** История развития карста в районе окрестностей озера Баскунчак / И.В. Головачев // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 1. – С. 193-199.

**Головачев И.В.** Карст окрестностей озера Индер / И.В. Головачев // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 2. – С. 7-16.

**Головачев И.В.** Сульфатный карст и его особенности / И.В. Головачев, И.В. Быстрова // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 4. – С. 198-208.

**Головачев И.В.** Особенности формирования отложений карстовых пещер / И.В. Головачев // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 1. – С. 177-188.

**Головачев И.В.** Развитие древнего карста на территории Прикаспийской низменности / И.В. Головачев // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 1. – С. 155-159.

**Грязнов О.Н.** Природные и техногенные опасности и риски Урала / О.Н. Грязнов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2012. – № 1. – С. 47-50.

**Гудымович С.С.** Использование древнего карста для палеогеографических реконструкций и анализа неотектонических движений / С.С. Гудымович // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320, № 1. – С. 5-10.

**Гуныко А.А.** Медные рудники у села Котловка (Татарстан) / А.А. Гуныко, Е.В. Яковлев // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 48-53.

**Гуныко А.А.** Подземные выработки мела у села Лиски (Воронежская обл.) / А.А. Гуныко, М.В. Леонтьев // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 61-67.

**Гурьева О.А.** Оценка предпосылок возникновения чрезвычайных ситуаций в Добрянском районе Пермского края / О.А. Гурьева, Е.Б. Соболева // Географическое изучение территориальных систем: сб. материалов семинара по итогам 6-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пермь, 2012. – С. 11-16.

**Гусендибиров Д.С.** Крупные пещеры предгорного Дагестана / Д.С. Гусендибиров // Известия Дагестанского государственного

педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2012. – № 1. – С. 90-94.

**Демченко В.Г.** Природные и техноприродные опасности и риски Урала / В.Г. Демченко, С.И. Гараев, М.А. Могушков // Газовая промышленность. – 2012. – № 5. – С. 46-52.

**Деревянко А.П.** Новая модель формирования человека современного физического вида / А.П. Деревянко, М.В. Шуньков // Вестник Российской Академии наук. – 2012. – Т. 82, № 3. – С. 202-212.

**Деревянко А.П.** Предварительные результаты климатостратиграфического расчленения плейстоценовых отложений пещеры Трлица на севере Черногории / А.П. Деревянко, Н.С. Болиховская, М.В. Шуньков // Проблемы археологии, этнографии, антропологии и Сибири и сопредельных территорий. – 2012. – Т. 18. – С. 41-45.

**Долотов Ю.А.** Рыбинский спелеологический блок / Ю.А. Долотов, А.А. Парфенов // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 53-60.

**Дробинина Е.В.** Пространственное распределение закарстованности в зависимости от свойств дисперсных грунтов / Е.В. Дробинина // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.- практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 3-5.

**Дягилев Р.А.** Сейсмические сценарии развития карстово-суффоизных процессов / Р.А. Дягилев // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. – Пермь, 2012. – Вып. 10. – С. 188-190.

**Дягилев Р.А.** Сейсмичность карстово-суффоизных явлений / Р.А. Дягилев, Д.Ю. Шулаков, П.Г. Бутырин // Геофизика. – 2012. – № 5. – С. 54-59.

**Зайцев А.** Подземная жизнь бермудского треугольника / А. Зайцев // Знание – сила. – 2012. – № 4. – С. 102-105.

**Захаров Е.В.** Мацестинские гидротермокарстовые пещеры: история исследований / Е.В. Захаров, В.Б. Кимбер, В.Д. Резван // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 91-119.

**Захаров Е.В.** Мацестинские гидротермокарстовые пещеры: некоторые новые сведения о спелеобъектах системы / Е.В. Захаров, В.Б. Кимбер, В.Д. Резван // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 19-40.

**Зацаринная Д.В.** Растительность и факторы среды карстовых

болот зоны широколиственных лесов: методические подходы / Д.В. Зацаринная, Е.М. Волкова, А.А. Сиринов // Ботанический журнал. – 2012. – Т. 97, № 4. – С. 524-537.

**Золотарев Д.Р.** Прогностические показатели лениаментной тектоники применительно к карстовому процессу на локальном уровне / Д.Р. Золотарев, В.Н. Катаев // Проблемы снижения природных опасностей и рисков: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 18-19 окт. 2012 г. – М., 2012. – Т. 1. – С. 90-94.

**Золотарев Д.Р.** Результаты линеаметивного анализа на закарстованных территориях Пермского края / Д.Р. Золотарев // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 33-45.

**Иванов М.И.** Величина и вариации активности радона в воздухе подземного пространства / М.И. Иванов, С.В. Лебедев, Е.М. Нестеров // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 5. – С. 126-131.

**Иванченко В.** Алтайская тайна / В. Иванченко // Алтай. – 2012. – № 2. – С. 138-151.

**Игловский С.А.** Формирование пещерно-карстовых льдов юго-востока Беломорско-Кулойского плато (Архангельская область) / С.А. Игловский // География и природные ресурсы. – 2012. – № 2. – С. 56-62.

**Изучение** карстовых ледяных пещер дистанционными методами / Г.С. Бордонский [и др.] // География и природные ресурсы. – 2012. – № 1. – С. 133-137.

**Ильичева А.Г.** Применение электрометрии при изучении закарстованных территорий / А.Г. Ильичева // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 1. – С. 224-226.

**Ильяш Д.В.** О роли неотектонического и геоморфологического факторов возникновения гидрогеохимических аномалий / Д.В. Ильяш, В.В. Ильяш // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Геология». – 2012. – № 1. – С. 209-219.

**Исследование** отложений среднего палеолита в восточной галерее Денисьевской пещеры / А.П. Деревянко [и др.] // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – 2012. – Т. 18. – С. 78-82.

**Кадебская О.И.** Геохимия стабильных изотопов карбонатных



отложений пещер / О.И. Кадебская, И.И. Чайковский // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 41-47.

**Кадебская О.И.** Карстовые экосистемы Урала: география, типология и проблемы их охраны / О.И. Кадебская, А.А. Чибилев // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 1. – С. 133-138.

**Кадебская О.И.** Карстовые явления хребтов Янганапэ и Нявапэ (Полярный Урал) / О.И. Кадебская, П.А. Косвинцев // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 6. – С. 42-47.

**Кадебская О.И.** Минералогия пленок на поверхности водоемов Кунгурской Ледяной пещеры / О.И. Кадебская, Т.А. Калинина, И.И. Чайковский // Кристаллическое и твердое некристаллическое состояние минерального вещества: проблемы структурирования, упорядочения и эволюции структуры: материалы минералог. семинара с междунар. участием. – Сыктывкар, 2012. – С. 346-348.

**Кадебская О.И.** Новый карстовый объект Пермского края – пещера Личердинская / О.И. Кадебская // Горное эхо: вестник Горного института УрО РАН. – 2012. – № 1. – С. 18-22.

**Кадебская О.И.** Пещеры Урала / О.И. Кадебская, Н.Г. Максимович // Природное наследие Урала. Разработка концепции регионального атласа / Под науч. ред. чл.-корр. РАН А.А. Чибилева и акад. РАН В.Н. Большакова. - Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012 - С. 408-424.

**Кадебская О.И.** Mineral crusts at the surface of lakes of warm and cold zones in the Kungur Ice Cave / О.И. Кадебская, Т.А. Калинина, И.И. Чайковский // Volume of abstracts IWIC-V international Workshop on ice caves, Barzio (LG), Valsassina, Grigna and Milano, Italy (September 16-23, 2012). – Milano, 2012. – P. 33-34.

**Казанкин А.П.** О влиянии некоторых факторов на величину максимальных модулей стока воды горных рек Кавказа / А.П. Казанкин // Водные ресурсы. – 2012. – Т. 39, №. 3. – С. 258.

**Карабанов П.В.** Гидрогеология карбонатного карста на примере северной части Уфимского плато / П.В. Карабанов // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 83-86.

**Каринкина М.И.** О подготовке к 100-летию юбилею научной и экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере / М.И. Каринкина // Горное эхо: вестник Горн. ин-та УрО РАН. – 2012. – № 1. – С. 8-10.

**Карстовые пещеры как источник психрофильных штаммов для**

ферментативной переработки сырья зерноперерабатывающей и плодоовощной отрасли и повышения пищевой биологической ценности продукции / С.В. Хижняк [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 411-415.

**Катаев В.Н.** Анализ соотношения структурно-тектонического строения и закарстованности в пределах Полазненской локальной структуры / В.Н. Катаев, Д.Р. Золотарев // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия «Естественные науки». – 2012. – Т. 154, № 3. – С. 196-205.

**Кириллова И.В.** Четвертичные млекопитающие пещеры Останцевая / И.В. Кириллова, Э.В. Алексеева, С.В. Горбунов // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – 2012. – № 9. – С. 53-60.

**Кичигин А.Г.** Опасные геологические процессы в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории: общая характеристика и предложения по доизучению / А.Г. Кичигин, С.М. Торопов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2012. – № 4. – С. 77-82.

**Кобыща О.Е.** Особенности эксплуатации, обследования и обслуживания зданий на закарстованных территориях / О.Е. Кобыща, В.И. Клевко // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Серия «Строительство и архитектура». – 2012. – № 1. – С. 18-33.

**Ковалева Т.Г.** Влияние особенностей геолого-гидрогеологического строения карстовых участков территории г. Кунгур на распространение карстовых форм / Т.Г. Ковалева // Сборник научных трудов Sworld по материалам междунар. науч.-практ. конф. – 2012. – Т. 48, № 4. – С. 90-94.

**Ковалева Т.Г.** Показатели особенностей геологического строения и распределение карстовых форм в пределах участков г. Кунгур, сложенных разными типами геологического разреза / Т.Г. Ковалева // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: ст. по материалам регион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2012. – С. 143-145.

**Козьминых В.О.** Материалы к изучению биоразнообразия жесткокрылых насекомых (insecta, coleopteran) памятника природы «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» (Пермский край) / В.О. Козьминых // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 67-75.

**Колотовский А.Н.** Радиоволновой мониторинг грунтов на потенциально опасных участках линейной части газопроводов со сложными геодинамическими процессами / А.Н. Колотовский, М.М. Задегиголова // Территория Нефтегаз. – 2012. – № 8. – С. 32-37.

**Комаров В.Н.** Карстовые пещеры Чатыр-Дага / В.Н. Комаров // Природа. – 2012. – № 6. – С. 63-66.

**Конюхова О.А.** Результаты многолетнего эксперимента по растворимости гипсоангидритов / О.А. Конюхова // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 202-220.

**Копылов И.С.** Влияние геодинамики и техногенеза на геологические и инженерно-геологические процессы в районах нефтегазового месторождения Сибири / И.С. Копылов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 374.

**Костарев В.П.** Еще раз об основных вопросах оценки карстоопасности при ординарных инженерно-геологических изысканиях на закарстованных территориях / В.П. Костарев // Геотехнические проблемы проектирования зданий и сооружений на карстоопасных территориях. – Уфа, 2012. – С. 190-194.

**Костарев В.П.** К основным вопросам оценки карстоопасности / В.П. Костарев // Семинар по проблемам инженерного карстоведения. – Дзержинск, 2012. – С. 106-109.

**Котов В.Г.** Палеолитическое святилище в пещере Заповедная на Южном Урале / В.Г. Котов // Российская археология. – 2012. – № 2. – С. 15-25.

**Крутик И.А.** Оценка защищенности подземных вод при устройстве полигонов ТБО на примере г. Кунгура / И.А. Крутик // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 159-162.

**Кулик Н.А.** Желвак бурого железняка из плейстоценовых отложений Денисовой пещеры / Н.А. Кулик, М.В. Шуньков // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – 2012. – Т. 18. – С. 99-101.

**Кухарь А.В.** Методы защиты конструкций зданий, попавших в зону деформации основания / А.В. Кухарь, В.М. Гавенко, Ю.С. Руденко // Современное промышленное и гражданское

строительство. – 2012. – Т. 8, № 1. – С. 21-26.

**Лаврусевич А.А.** Лессовый псевдокарст и опыт укрепления лессовых массивов и откосов искусственными посадками растений (на примере Лессового плато в провинциях Ганьсу и Шэнси, Китай) / А.А. Лаврусевич, В.С. Крашенинников, И.А. Лаврусевич // Инженерная геология. – 2012. – № 1. – С. 44-54.

**Лаврусевич А.А.** Типы лессового псевдокарста и оценка уязвимости и опасности лессовых массивов / А.А. Лаврусевич // 14-е Сергеевские чтения «Роль инженерной геологии и изысканий на проектных этапах строительного освоения территории»: материалы годичной сессии Научного Совета РАН по проблемам геозкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, Москва, 22 март. 2012 г. – М., 2012. – С. 189-193.

**Лапердин В.К.** Анализ возникновения природно-техногенных рисков и геозкологической нестабильности по трассам нефтегазопроводов на юге Якутии / В.К. Лапердин, Р.А. Качура // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 9. – С. 17-24.

**Ларионов В.И.** Анализ напряженно-деформированного состояния трубопровода на участках с карстами / В.И. Ларионов, П.А. Новиков, А.К. Гумеров // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». – 2012. – № 3. – С. 60-67.

**Лебедев С.В.** Радиоактивность осадочных пород и экологическая обстановка на территории Саблинского памятника природы / С.В. Лебедев // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7, Геология. География. – 2012. – № 2. – С. 22-32.

**Лисин Ю.В.** Система автоматизированного мониторинга магистрального трубопровода на участках со сложными геологическими условиями / Ю.В. Лисин, А.А. Александров, С.П. Сущев // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2012. – Т. 89, № 3. – С. 73-79.

**Лукашенко С.В.** Алмазонасность Гремячинской депрессии (Средний Урал) как результат возможных флюидогенных процессов / С.В. Лукашенко // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2012. – № 4. – С. 6-9.

**Мавопуло П.Н.** Влияние палеогеологических условий на эволюцию доисторического человека / П.Н. Малопуло, Д.А. Нестеров // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2012. – № 144. – С. 130-135.

**Микробиота** пещеры Кирдерлинская (Южный Урал) / Л.Ю. Кузьмина [и др.] // Микробиология. – 2012. – Т. 81, № 2. – С. 273.

**Миносян С.Р.** Прогнозирование карстовых явлений, обусловленных природно-техногенными воздействиями / С.Р. Миносян // Безопасность труда в промышленности. – 2012. – № 10. – С. 56-58.

**Минькевич И.И.** Особенности карстующихся гипсоангидритов по результатам многолетнего эксперимента в Кунгурской ледяной пещере / И.И. Минькевич, Ю.А. Килин, О.А. Конюхова // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: ст. по материалам регион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2012. – С. 149-152.

**Морозов П.А.** Перспективы применения сверхмощных георадаров для исследования процессов карстообразования и оползней / П.А. Морозов, В.А. Волков, В.В. Копейкин // Разведка и охрана недр. – 2012. – № 7. – С. 47-50.

**Мурыгин А.М.** Вклад В.И. Канивца в археологическое изучение древних святилищ Урала / А.М. Мурыгин // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2012. – № 12. – С. 93-96.

**Мусин А.Г.** Роль рельефообразующих процессов в карстообразовании / А.Г. Мусин, С.К. Губеева // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 327.

**Наумова О.Б.** Строение аллювия и полезные ископаемые в границах развития подруслового карста / О.Б. Наумова, В.А. Наумов, Б.С. Лунев // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 340.

**Николаев П.В.** Оценка карстоопасности п. Суксун методом удаленности от ближайшего карстопроявления / П.Н. Николаев // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием): в 2 т. – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 207-210.

**О гидрогеохимических** исследованиях закарстованных территорий / А.Я. Гаев [и др.] // 14-е Сергеевские чтения. Роль инженерно-геологических изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий: материалы Годичной сессии Нач. Совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, Москва, 22 марта 2012 г. – М., 2012. – С. 175-179.

**Оводов Н.Д.** Новый вид плейстоценового волка – *Canis subtilis* (N. Ov.) / Н.Д. Оводов // Проблемы археологии, этнографии,

антропологии Сибири и сопредельных территорий. – 2012. – Т.18. – С. 128-132.

**Оводов Н.Д.** Новый представитель коровьих антилоп (Mammalia, alcelafinae) из Средней Сибири / Н.Д. Оводов, В.П. Чеха // Известия Алтайского республиканского отделения Русского Географического Общества. – 2012. – Вып. 3. – С. 203-206.

**Овдов Н.Д.** Косвенные свидетельства посещения палеолитическими людьми Разбойничьей пещеры / Н.Д. Овдов // Известия Алтайского республиканского отделения Русского Географического Общества. – 2012. – Вып. 3. – С. 206-209.

**Овчарчук В.А.** Исследование влияния карста на характеристики склонового стока в период паводков на реках северо-западного склона Крымских гор / В.А. Овчарук, Е.И. Тодорова // Сборник научных трудов Sworld по материалам междунар. науч.-практ. конф. – 2012. – Т. 48, № 4. – С. 65-69.

**Особенности** образования скоплений целестина в пермскую эпоху: карст и стронциевые воды / О.Г. Столова [и др.] // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чт. памяти П.Н. Червинского. – Пермь, 2012. – Вып. 15. – С. 115-121.

**Палеоструктурные** и палегеоморфологические условия формирования сложнопостроенных ловушек и углеводородов в терригенных отложениях девона и нижнего карбона Татарстана / А.А. Драгунов [и др.] // Бурение и нефть. – 2012. – № 8. – С. 20-23.

**Потапов А.Д.** Инженерно-геологические или геоэкологические процессы и явления, их развитие в современности / А.Д. Потапов, И.А. Потапов // Вестник МГСУ. – 2012. – № 3. – С. 191-196.

**Применение** радионуклеидно-микроскопической диагностики для выявления различий в текстурной организации и сорбционном поведении синтетического и природного карбоната кальция / С.С. Бердонос [и др.] // Радиохимия. – 2012. – Т. 54, № 6. – С. 546-550.

**Проблема** происхождения человека: актуальный подход // Вестник РАН. – 2012. – Т. 82, № 3. – С. 212-213.

**Прогнозирование** карстовой опасности при инженерно-геологическом районировании территорий / В.В. Середин [и др.] // Инженерная геология. – 2012. – № 4. – С. 40-45.

**Раскопки** в пещере Трлица, Северная Черногория / А.П. Дервянко [и др.] // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – 2012. – Т. 18. – С. 74-77.

**Результаты** полевых исследований пещеры Манчин (Вьетнам) в

2011 году / А.П. Деревянко [и др.] // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – 2012. – Т. 18. – С. 59-62.

**Севастьянов О.М.** Геолого-гидрологические особенности гипсо-ангидритовых отложений кунгурского яруса Оренбургского Приуралья / О.М. Севастьянов // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: материалы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Челябинск, 2012. – С. 127-132.

**Сезонные** особенности формирования пространственной структуры населения рукокрылых в штольнях Самарской Луки / Д.Г. Смирнов и др. // Поволжский экологический журнал. – 2012. – № 1. – С. 73-82.

**Серова (Михайлова) Е.Н.** Ретроспектива исследований визейских врезов / Е.Н. Серова // Георесурсы. – 2012. – Т. 44, № 2. – С. 132-138.

**Сиденко Д.В.** Вертикальная геохимическая зональность подземных вод пермских отложений Южного Предуралья / Д.В. Сиденко // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 69-72.

**Стажевский С.Б.** Механика становления и развития некоторых морфоструктур Земли. Ч. 2: К природе диатремо-, карсто- и траппообразования и происхождению кратера Чиссулуб / С.Б. Стажевский // Физико-технические разработки полезных ископаемых. – 2012. – № 1. – С. 63-83.

**Судакова М.В.** Новые данные по рукокрылым (Chiroptera) Бахарденской (Дурунской) пещеры / М.В. Судакова // Зоологический журнал. – 2012. – Т. 91, № 12. – С. 1533.

**Тогоев А.А.** Гидрогеологические особенности соляного карста на ВКСМ / А.А. Тогоев, Р.К. Ябуров // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 89-91.

**Трофимов В.И.** Гидрогеологическое прогнозирование карстовых процессов на шахтном поле БКПРУ-1 ОАО «Уралкалий» / В.И. Трофимов, М.Н. Кочнева // Горное эхо: вестник Горного ин-та УрО РАН. – 2012. – № 2. – С. 33-45.

**Трофимова Е.В.** Карст природного парка «Ленские Столбы» – уникальное природное явление / Е. В. Трофимова // Известия РГО. –

2012. – Т. 144, № 3. – С. 68-75.

**Трофимова Е.В.** Эколого-геоморфологический анализ карстовых пещер (на примере Иркутского амфитеатра) / Е.В. Трофимова // Геоморфология. – 2012. – № 2. – С. 26-34.

**Турри С.** История научных исследований пещер со льдом: от времен Леонардо да Винчи до конца XVII в. / С. Турри, А. Бини, В. Маги // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 120-136.

**Усманов Р.М.** Формирование карстово-суффоизных провалов по правому берегу р. Киндерка, в окрестностях п. Аки (Северо-восточная окраина г. Казани) / Р.М. Усманов, З.Ю. Хасанов, П.А. Гагарин // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 33-36.

**Чайковский И.И.** Минералогия переходной климатической зоны Кунгурской ледяной пещеры / И.И. Чайковский, О.И. Кадебская // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского. – Пермь, 2012. – Вып. 15. – С. 100-105.

**Чайковский И.И.** О каркасных кристаллах криогенного гипса из Кунгурской Ледяной пещеры / И.И. Чайковский, О.И. Кадебская // Горное эхо: вестник Горного ин-та УрО РАН. – 2012. – № 1. – С. 24-28.

**Численные** расчеты в геомеханике применительно к линейным сооружениям / А.Н. Власов [и др.] // Вестник МГСУ. – 2012. – № 3. – С. 35-42.

**Чурилов Э.В.** Позднепалеолитические материалы из комплексного природного резервата «Махнеевские пещеры» / Э.В. Чурилов // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 87-90.

**Шаврина Е.В.** Красногорская пещера – крупное спелеологическое открытие на Пинежье / Е.В. Шаврина, О.В. Бутаков // Пещеры: сб. науч. ст. – Пермь, 2012. – Вып. 35. – С. 13-18.

**Шестов И.Н.** Инженерно-гидролого-геофизический мониторинг и характеристика лечебных и промышленных минеральных вод на закарстованных территориях Пермского края / И.Н. Шестов, В.М. Шувалов // Вестник Пермского университета. Серия «Геология». – 2012. – № 3 (16). – С. 87-96.

**Щербаков С.В.** Методика изучения взаимосвязи между карстовыми формами и природными условиями территорий



/ С.В. Щербаков // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – С. 344.

**Щербаков С.В.** Поверхностные карстовые формы на территории пос. Октябрьский Пермского края / С.В. Щербаков // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам 5-й науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием). – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 12-15.

**Щербаков С.В.** Прогнозирование вероятных глубин карстовых провалов по значениям их средних диаметров / С.В. Щербаков, В.Н. Катаев // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: ст. по материалам регион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь, 2012. – С. 157-160.

**Щербаков С.В.** Прогнозирование карстоопасности в зависимости от геологических условий / С.В. Щербаков // Вестник молодых ученых ПГНИУ. – Пермь, 2012. – Т. 1. – С. 56-65.

**Щербаков С.В.** Прогнозирование основных морфометрических параметров карстовых форм / С.В. Щербаков, В.Н. Катаев // Проблемы снижения природных опасностей и рисков: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 18-19 окт. 2012 г. – М., 2012. – Т. 1. – С. 260-264.

**Krugel T.** Hohlen in Ecuador und auf Calapagos Inseln / T. Krugel // Hohlenkundliche Mitteilungen. – 2012. – Т.68, № 1-2. – S. 17-19.

**Lechuguilla** – Bericht einer Expedition in die schonste Hohle der Welt // Hohlenkundliche Mitteilungen. – 2012. – Т.68, № 1-2 – S. 9-14.

**Chemical** element imaging for speleothem geochemistry: Application to a uranium-bearing corallite with aragonite diagenesis to opal (Eastern Siberia, Russia) / G. Devès [и др.] // Chemical Geology 294-295. – 2012. – P. 190–202. doi:10.1016/j.chemgeo.2011.12.003. – (Спелеотемы из пещеры Мечта на Байкале).

## АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

**Каюмов М.З.** Взаимодействие плитного фундамента заглубленного сооружения с основанием над карстовой полостью: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М.З. Каюмов; Моск. гос. строит. ун-т. – М., 2012. – 21 с.

**Полищук В.Ю.** Математическое моделирование динамики термокарстовых процессов на территории многолетней мерзлоты Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.Ю. Полищук; Ин-т мониторинга климат. и экол. систем СО РАН. – Барнаул, 2012. – 21 с.

**СТАТЬИ,  
невключенные в библиографию 2010-2011**

**2010**

**Барабашева Е.Е.** Особенности биосорбции химических элементов костной тканью бивня мамонта и зубов шерстистого носорога из плейстоценовых отложений Забайкальского края / Е.Е. Барабашева, Е.О. Стремечкая // Вестник Читинского государственного университета. – 2010. – № 8 (65). – С. 85-89.

**Кузнецов Д.Е.** Рельеф котловины современных термокарстовых озер южной части полуострова Ямал и выступающей части Югорского полуострова / Д.Е. Кузнецов, Е.В. Гаранкина // Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты: 6-е Щукинские чтения. – М., 2010. – 143-145.

**Лаврова Н.В.** Формы проявления разрывных нарушений на примере Кунгурской ледяной пещеры (Пермский край) / Н.В. Лаврова // Структура, свойства, динамика и минерогения литосферы Восточно-Европейской платформы: материалы 16-й междунар. конф., 20-24 сент. 2010 г. – Воронеж, 2010. – Т. 2. – С. 3-6.

**Мосалюк Е.Л.** Развитие карстовых процессов в пределах Подольских Толтр / Е.Л. Мосалюк // Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты: труды Щукинских чтений. – М., 2010. – С. 177-178.

**Панасенко В.Е.** Население мелких млекопитающих (Mammalia: Eulipotyphla, Rodentia, Lagomorpha) на южном Сихотэ-Алине в позднем плейстоцене и голоцене / В.Е. Панасенко, М.П. Тиунов // Вестник ДВО РАН. – 2010. – № 6. – С. 60-67.

**Староверов В.Н.** Особенности формирования карстового рельефа на Полярном Урале / В.Н. Староверов, О.Н. Староверов // Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты: труды Щукинских чтений. – М., 2010. – С. 228-230.

**Шевченко Ю.С.** Особенности карста юго-восточной части Забайкальского края / Ю.С. Шевченко // Кулагинские чтения: 10-я Междунар. науч.-практ. конф. Чита, 29 нояб. 2010 г. – Чита, 2010. – Ч. 1. – С. 45-48.

**Ovodov N.D.** AMS 14 C Dating of «Exotic» Mammals from South Siberian Caves / N.D. Ovodov, Y.V. Kuzmin, R.J. Cruz // Current research in the Pleistocene. – Vol. 27. – 2010. – P. 181-183.

**Тиунов М.Р.** The distribution history of the Amur brown lemming

(*Lemmus amurensis*) in the Late Pleistocene – Holocene in the southern Far East of Russia / М.Р. Тиунов, В.Е. Панасенко // Russian Journal of Teriology. – 2010. – Т. 9, № 1. – С. 33-37. (По материалам из пещеры Медвежий Клык).

**Using speleothem growth periods to constrain Quaternary evolution of Siberian permafrost / A. Vaks [et al.] // American Geophysical Union, Fall Meeting 2010, abstract #GC43A-0943. – URL: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2010AGUFMGC43A0943V>. – (Данные из пещер Охотничьей, Ботовской, Ледяной Ленской).**

## 2011

**Абатурова И.В.** Оценка закарстованности территории Янгельского месторождения подземных вод / И.В. Абатурова, А.И. Поздеева // Уральская горная школа – регионам: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., 11-12 апр. 2011 г. в рамках Урал. горнопром. декады. – Екатеринбург, 2011. – С. 50-51.

**Базарова Е.П.** Новые данные о минералогии пещер Иркутской области / Е.П. Базарова, О.С. Гутарева // Строение литосферы и геодинамика: материалы 25-й Всерос. молодеж. конф., Иркутск, 19-24 апреля 2011 г. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2011. – С. 62-63.

**Баранов С.М.** Новые исследования пещеры Водяная / С.М. Баранов, Д.Л. Синицын, М.А. Мурзина // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 22-26.

**Баранов С.М.** Новые открытия на Сергеевском карстовом участке / С.М. Баранов // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 63-67.

**Бухаренко Л.В.** Гидротехнические подземные сооружения Каппадокии / Л.В. Бухаренко, Ю.А. Долотов, А.Г. Ковалев // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 174-180.

**Гаев А.Я.** О питьевых трещинно-карстовых водах Урала / А.Я. Гаев // Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2011.

**Головачев И.В.** Пещера Басчунчакская / И.В. Головачев, И.В. Ковалев // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 9-13.

**Ермолович И.Г.** Структурно-текстурные ассоциации, трещиноватость и закарстованность карбонатных пород / И.Г. Ермолович, В.Н. Катаев // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: материалы 6-го Всерос. литолог. совещ. – Казань, 2011. – Т. 1. – С. 367-371.

**Ешоя С.Н.** Пещеры Локтеевского карстового участка (Алтайский край) / С.Н. Ешоя // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 71-73.

**Зацарапинская Д.В.** Влияние гидрологических особенностей на структуру растительного покрова Силавинских карстовых болот / Д. В. Зацарапинская, Е.М. Волкова, Е.Н. Мутафаров // Вода: химия и экология. – 2011. – № 7. – С. 11-18.

**Золотарев Д.Р.** Distribution of Karst Forms in a Border of Polaznenskay Local Structure According to Structural-Tectonica Conditions / Д.Р. Золотарев // Инженерная защита территорий и безопасность населения: роль и задачи геоэкологии, инженерной геологии и изысканий: материалы Междунар. науч. конф. – Пермь, 2011.

**Катаев В.Н.** Информационное обеспечение карстомониторинга / В.Н. Катаев // Великие реки-2011: материалы Междунар. науч. конф. «Устойчивое развитие регионов в бассейнах великих рек. Международное и межрегиональное сотрудничество и партнерство»: науч. конгр. форума. – Н. Новгород, 2011.

**Катаев В.Н.** The Monitoring System of Karst Territories (from Examples of Perm Region) / В.Н. Катаев // Инженерная защита территорий и безопасность населения: роль и задачи геоэкологии, инженерной геологии и изысканий: материалы Междунар. науч. конф. – Пермь, 2011.

**Килин Ю.А.** Особенности литологии карстовых коллекторов / Ю.А. Килин, О.В. Клецкина, И.И. Минькевич // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: материалы 6-го Всерос. литолог. совещ. – Казань, 2011. – Т. 2. – С. 45-48.

**Ковалев А.Г.** Загадочные пещеры Харьковской области / А.Г. Ковалев // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 162-165.

**Комплексе** бронзового века из Усть-Ангинской пещеры на западном побережье озера Байкал / О.И. Горюнова [и др.] // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и

сопредельных территорий. – Новосибирск: ИАЭТ, 2011. – Т. 17, № 1. – С. 160-164.

**Латеральные** гидродинамические типы лабиринтов и спелеоиницирующая трещиноватость пещеры Мушкарева яма (Подолье) / В.В. Калюк [и др.] // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 27-30.

**Михеев В.Е.** Предварительные итоги исследования Столбовского карство-спелеологического участка / В.Е. Михеев, М.В. Гончарук, А.Г. Дербан // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 77-78.

**Оводов Н.Д.** Крот (*Asioscalops altaica* Nik.) на Среднем Енисее в первой половине голоцена / Н.Д. Оводов, Н.В. Мартынович // Териофауна России и сопредельных территорий: материалы междунар. Совещ. 1-4 февраля 2011 г. – М., 2011. – С. 339.

**Оводов Н.Д.** Плейстоценовые серые волки Алтая и Кузнецкого Алатау (сообщение 1) / Н.Д. Оводов, Н.М. Мартынович // Байкальский Зоологический журнал. – 2011. – № 3 (8). – С. 10-20.

**Оводов Н.Д.** Следы посещения Разбойничьей пещеры (Алтай) палеолитическими людьми / Н.Д. Оводов // Проблемы археологии, этнографии и антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск, 2011. – Т. XVII. – С. 93-97.

**Орлов О.Л.** Новые исследования пещер Сосьвинского подрайона Североуральского спелеологического района / О.Л. Орлов, Е.А. Цурихин, С.Н. Васильев // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 62-63.

**Орлов А.О.** Радиолокационные исследования пещеры Хээтэй на частоте 10 гГц / А.О. Орлов, Ю.В. Харин., К.А. Щегрина // Молодежь и наука Забайкалья: материалы 2-й молод. науч. конф., г. Чита, 17-20 мая 2011 г. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2011. – С. 93-95.

**Панасенко В.Е.** Исторический аспект изменчивости нижней челюсти *Crocidura shantungensis* Miller, 1901 (eulipotyphla: soricidae) / В.Е. Панасенко, С.К. Холин. // Амурский зоологический журнал. – 2011. – Т. 3, № 4. – С. 391-396.

**Пещеры** святой горы Афон (Греция). Краткие итоги международной спелеологической экспедиции в июле 2011 г. / И.А. Агапов [и др.] // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 103-109.

**Плющ И.В.** Предварительные результаты исследований Верхне-Базакского карстового участка / И.В. Плющ // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 68-69.

**Пронин К.К.** Морские гроты спелеологического участка / К.К. Пронин, А.С. Левченко // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 56-61.

**Степкин В.В.** Пещеры Великой Отечественной войны в беллигеративных ландшафтах Донского белогорья / В.В. Степкин, А.Н. Химин // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 120-122.

**Трофимова Е.В.** История открытий и изучения пещер России / Е.В. Трофимова // Известия РГО. – 2011. – Т. 143, № 6. – С. 65-69.

**Филиппов Н.Г.** Остеологические и археологические находки в Танхайской пещере на Байкале / Н.Г. Филиппов, Т.Ю. Номоконова, Ф.И. Хензыхенова // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 52-56.

**Шакалов А.А.** Некоторые пояснения к вопросу о геоморфологии Боралдайского карстового массива / А.А. Шакалов // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 70-77.

**Шварц Т.Б.** Поиск пещер на Кардинском карстовом участке / Т.Б. Шварц // Спелеология и спелестология: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 24 нояб. 2011 г. – Набережные Челны, 2011. – С. 173-177.

**Шевченко Ю.С.** К вопросу изучения карста и пещер в Забайкальском крае / Ю.С. Шевченко // Кулагинские чтения: 11-я Междунар. науч.-практ. конф. – Чита, 28 нояб. – 2 дек. 2011 г. – Чита, 2011. – Ч. 3. – С. 28-30.

**Юдин В.Г.** Взаимоотношение бурого медведя с хищниками: исторический обзор / В.Г. Юдин, Н.Д. Оводов // Медведи. Современное состояние видов. Перспектива сосуществования видов с человеком. – Великие Луки: Центрально-лесной государственный биосферный природный заповедник, 2011. – С. 332-342.

**Siberian and Mongolian paleoclimate: new data from speleothems** / A. Vaks [et al.] // Geophysical Research Abstracts. – Vol. 13. EGU2011-4124. EGU General Assembly 2011. – (Данные из пещер Восточной

Сибири и Монголии).

**Speleothem** record of permafrost in Siberia and aridity in Mongolia during the last 450 kyr / A. Vaks [et al.] // Goldschmidt Conference Abstracts. 2011. – P. 2056. – (Данные из пещер Восточной Сибири и Монголии).

**33,000-year-old** incipient dog from the Altai Mountains of Siberia: evidence of the earliest domestication disrupted by the last glacial maximum / N. D. Ovodov [et al.] // PLoS one. – 2011. – Vol. 6 (7): e22821. – (Древнейшая собака из Разбойничьей пещеры (Алтай)).

*Сост. И.К. Трубина, А.Г. Филиппов, Н.Г. Максимович*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	4
<b>ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС ПЕЩЕР</b> .....	5
Пронин К.К. Некоторые итоги спелеологической программы «Морские пещеры Украины».....	5
Ланской Г.Ю. Любительская спелеология в Бельгии.....	18
<b>ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕР</b> .....	26
Степанов Ю.И., Кадебская О.И., Тайницкий А.А., Кичигин А.В. Изучение многолетнего льда в пещере Еранка (Северный Урал).....	26
Мавлюдов Б.Р. Анализ возможностей изотопных исследований натечных отложений пещер для хронологических целей.....	31
Фадеева Т.В., Косинцев П.А., Кадебская О.И., Коротченкова О.В. Насекомоядные млекопитающие (Eulipotyphla) из отложений пещеры Махневская Ледяная (Пермский край).....	58
<b>ИСКУССТВЕННЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА</b> .....	84
Гунько А.А. Медный рудник у села Шереметьевка (Татарстан).....	84
Гунько А.А., Кондратьева С.К. Западный фрагмент пещерного комплекса Дивногорский-3.....	90
<b>АРХЕОЛОГИЯ</b> .....	97
Долотов Ю.А., Яновская Е.Г. Находка следов древних рисунков в районе долины Таш-Аир.....	97
<b>БИОСПЕЛЕОЛОГИЯ</b> .....	103
Паньков Н.Н., Старова О.С. Беспозвоночные пещер Пермского края	103
<b>МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ПЕЩЕР</b> .....	112
Шаврина Е.В. Использование температурных логгеров в пещерах Пинежья.....	112
<b>ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР</b> .....	122
Филиппов А.Г., Мавлянов Г.Н. Исследование радиоактивности в пещере-руднике Кан-и-Гут и его окрестностях в 1949-1950 гг.....	122
<b>ПОТЕРИ СПЕЛЕОЛОГИИ</b> .....	136
<b>РЕЦЕНЗИИ</b> .....	143
<b>СВЕДЕНИЯ О ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЯХ ПО СПЕЛЕОЛОГИИ И КАРСТУ</b> .....	149
<b>ХРОНИКА</b> .....	151
<b>БИБЛИОГРАФИЯ ПО КАРСТУ И ПЕЩЕРАМ 2012 Г.</b> .....	154



## THE CONTENTS

<b>FOREWORD</b> .....	<b>4</b>
<b>GEOLOGY AND GENESIS OF CAVES</b> .....	<b>5</b>
Pronin K.K. Some results of speleological program «Sea caves of Ukraine».....	5
<b>Lanskoj G. Yu.</b> The amateur speleology in Belgium .....	18
<b>DEPOSITS OF CAVES</b> .....	<b>26</b>
Stepanov Yu.I., Kadebskaya O.I., Tainitskiy A.A., Kichigin A.V. Study of multi-year ice in the Eranka caves (Northern Urals).....	26
Mavlyudov B.R. Analysis of possibilities of izotopic investigations of speleothems for chronological purposes .....	31
Fadeeva T.V., Kosintsev P.A., Kadebskaya O.I., Korotchenkova O.V. Insectivorous Mammals (Eulipotyphla) from deposits of Makhnevskaya Ice Cave (Perm region).....	58
<b>ARTIFICIAL UNDERGROUND SPACES</b> .....	<b>84</b>
Gunko A.A. Copper mining near the village of Sheremetyevka (Tatarstan)...	84
Gunko A.A., Kondratyeva S.K. The western fragment of the caving complex Divnogorskiy-3.....	90
<b>ARCHAEOLOGY</b> .....	<b>97</b>
Yu.A. Dolotov, E.G. Yanovskaya Ancient painting trases discovery in Tash-Air valley area.....	97
<b>BIOSPELEOLOGY</b> .....	<b>103</b>
Pan'kov N.N., Starova O.S. Invertebrate animals of the Perm region caves	103
<b>MONITORING AND PROTECTION OF THE CAVES</b> .....	<b>112</b>
Shavrina E.V. The use of temperature loggers in the caves of the Pinega region.....	1 12
<b>HISTORY OF CAVE INVESTIGATION</b> .....	<b>122</b>
Filippov A.G., Mavlyanov G.N. Radioactivity study in the cave mine Kan-I-Gut and it's vicinity in 1949-1950.....	122
<b>LOSSES OF SPELEOLOGY</b> .....	<b>136</b>
<b>REVIEWS</b> .....	<b>143</b>
<b>INFORMATION ABOUT SPELEOLOGICAL AND KARSTIC PERIODICALS</b> .....	<b>149</b>
<b>CHRONICLE</b> .....	<b>151</b>
<b>BIBLIOGRAPHY OF KARST AND CAVES FROM 2012</b> .....	<b>154</b>

*Научное издание*

**ПЕЩЕРЫ**

Сборник научных трудов  
Выпуск 36

Редактор С.Б. Русиешвили  
Корректор М.И. Каринкина  
Компьютерная верстка М.И. Каринкиной

Подписано в печать. \_10.12. 2013 Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 9,6. Уч.-изд.л. 14.  
Тираж 200 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел  
Пермского государственного национального исследовательского университета  
614990. Пермь, ул. Букирева, 15

Отпечатано в ООО «Типограф»  
618540 г. Соликамск, Соликамское шоссе, 17  
тел. (34253) 7-73-08

## 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 статей:

**И.О. Фамилии авторов (Times New Roman 11)**

*Интервал 1 строка*

**Название организации (Times New Roman 11)**

*Интервал 1 строка*

**НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (TIMES NEW ROMAN 12, BOLD)**

*Интервал 2 строки*

**И.О.Фамилии авторов на английском языке (Times New Roman 11)**

*Интервал 1 строка*

**Название организации на английском языке (Times New Roman 11)**

*Интервал 1 строка*

**НАЗВАНИЕ СТАТЬИ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ (TIMES  
NEW ROMAN 12, BOLD)**

*Интервал 1 строка*

**Summary (Times New Roman 10)**

Краткая аннотация статьи на английском языке (Times New Roman 10)

*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; **формат страниц – А5**, шрифт – Times New Roman 12, normal, интервал между строками – одинарный, между абзацами – 0 пт. Поля: нижнее и верхнее – 1 см, правое и левое – 1,5 см. Абзацный отступ – 0,5 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 представлены в отдельных файлах. 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). Статья и прилагаемые к ней материалы должны быть переданы в оргкомитет в электронном виде.

Подписи к рисункам (Times New Roman 11)

Рис. 1. План и разрез пещеры

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (TIMES NEW ROMAN 12, BOLD)**

*Интервал 1 строка*

1. Турышев А.В. Особенности подземного стока и разгрузки трещинно-карстовых вод северной части Уфимского плато / А.В. Турышев // Тр. Ин-та геологии УФАИ. – Свердловск, 1962. – Вып. 2. – С. 48-53.

Редколлегия сборника принимает материалы до **1 мая 2014 года** по адресу:

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

Николаю Георгиевичу Максимовичу e-mail: nmax@psu.ru;

Ольге Ивановне Кадебской e-mail: icescave@bk.ru.

