

УДК 551.44

О.И. Кадебская, Н.Г. Максимович
ОРДИНСКАЯ ПЕЩЕРА КАК ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН МИРОВОГО ЗНАЧЕНИЯ

В статье рассматриваются вопросы формирования крупнейшей в мире Ординской подводной пещеры в сульфатных отложениях. Активное исследование пещеры началось в начале 1990-х гг., когда пермскими спелеологами была закартирована сухая часть пещеры. К настоящему времени длина пещеры составляет более 5 км. Карстующийся массив Казаковской горы, где расположены галереи пещеры, находится на границе Предуральского краевого прогиба и Восточно-Европейской платформы. Карст в данной местности относится к разным типам. Анализ геологических разрезов скважин и дешифрирование рельефа позволили сделать вывод о наличии тектонического разлома вдоль юго-восточного склона Казаковской горы. Амплитуда вертикального смещения пород в зоне разлома составляет около 17–22 м. Гидродинамическая специфика этой контактной зоны заключается в преобладании восходящей разгрузки подземных вод и их движения. В подводных галереях Ординской пещеры зафиксирована разгрузка карстовых вод через нижние сифонные каналы. Подземные воды пещеры агрессивны по отношению к сульфатам, причем весной насыщение воды идет снизу вверх от дна к кровле грота, а летом наоборот. Весной, во время паводка, зафиксирована разгрузка более минерализованных вод, а в межень в пещере из субаквальных источников выходят воды, попавшие в артезианскую систему во время весеннего паводка, что может свидетельствовать о значительных масштабах артезианского бассейна и сезонной эволюции состава его вод. Выявленные особенности позволяют отнести пещеру к разряду модельных объектов теории гипогенного спелеогенеза.

Ключевые слова: пещера, карст, гипогенный спелеогенез, карстовые воды, геоморфологический анализ, Предуралье

O.I. Kadetskaya, N.G. Maksimovich
ORDINSKAYA CAVE AS GEOGRAPHICAL WORLD-CLASS PHENOMENA

The chapter deals with the formation of the Ordinskaya Cave in the fore-Urals region, Russia, – the world's largest underwater cave in the sulfate deposits. Exploration of the cave began in the early 1990s, when speleologists from Perm mapped a dry part of the cave. The first 100 meters of underwater passages were explored by V. Komarov in March 1994. Currently, the length of the cave 7676 is about 5 km. A karstified massif of the Kazakovsky Mountain that hosts the cave is located on the junction between the fore-Ural Trough and the East European craton. Intrastratal karst develops locally, where the sulfate rocks lie beneath insoluble sediments. The analysis of geological sections of boreholes and the geomorphological analysis revealed the existence of a tectonic fault along the south-eastern slope of the Kazakovsky Mountain. The amplitude of the vertical displacement of rocks in the fault zone is about 17-22 meters. Groundwater flows from carbonate rocks of the Ufimsky Plateau on the east and raises to the surface across the anhydrite/gypsum strata.

Several types of karst are distinguished in the area. Denuded karst develops in areas where the soluble rock is exposed to the surface. Mantled karst is in the areas where the rocks are covered by eluvial and alluvial sediments. In Ordinskaya cave fixed that a powerful concentrated discharge of karst waters occurred through lower conduits. The groundwaters in the cave are aggressive with respect to sulfates. During the spring floods, discharge of more saline water is documented, whereas during low flow summer periods subaqueous springs discharge waters with lower solute contents, which entered the artesian system during the spring flood. This may indicate a significant reserve in the artesian basin and seasonal evolution of the groundwater composition. The features of the cave place it into the category of model objects for the theory of hypogene speleogenesis.

Keywords: cave, karst, hypogene speleogenesis, karst waters, geomorphological analysis, fore-Urals region

doi 10.17072/2079-7877-2016-2-17-28

Геоморфологическая и геологическая характеристика района пещеры. Карстующийся массив, где находится Ординская пещера, расположен на западном крыле Уфимского вала Восточно-Европейской платформе, свод которого погружается в северном направлении. Согласно районированию [3] участок входит в Иренинский район интенсивного карста в гипсах и ангидридах и граничит с востока с районом карбонатного карста Уфимского плато. Карст в данной местности относится к разным видам: к открытому на участках выхода пород на поверхность, покрытому на участках развития элювиальных и аллювиальных отложений и местами перекрытому (под соликамскими некарстующимися или слабо карстующимися отложениями). Для района типичны исчезающие и вновь появляющиеся из-под земли карстовые реки (например, реки Тураевка, Яковка, Судинка, Кунгур). Кроме Ординской (самой большой по протяженности) в районе известно еще 77 пещер.

Ординская пещера находится на юго-восточном склоне Казаковской горы близ села Орда Пермского края. Казаковская гора имеет высоту до 60 м и относится к платообразным возвышенностям. Абсолютные отметки рельефа массива варьируются от 137,0 м (урез пруда на р. Кунгур) до 196 м.

Первое упоминание о пещере в литературе появилось в 1969 г. [8]. В начале 1990-х гг. пермскими спелеологами под руководством А. Самовольникова и И. Лаврова была закартирована сухая часть пещеры. В марте 1994 г. В. Комаров погрузился в озеро и прошел первые 100 м подводных ходов. К настоящему времени длина пещеры составляет более 5 км. Привходовая сухая часть пещеры имеет протяженность 300 м, а длина подводных галерей – 4800 м [12].

Начиная с 1998 г. в пещере проводились наблюдения за движением подземных вод, их гидрохимическое опробование и литолого-минералогические исследования. Изучение обводненной части пещеры авторы проводили совместно со спелеодайверами [4]. Съёмка карстовых форм на поверхности выполнялась при помощи электронного тахеометра Nikon DTM-352.

У подножия Казаковской горы р. Кунгур делает резкий поворот на север. В 1970-е гг. в этом месте были организованы два пруда: верхний, Арсеновский, и нижний, Ординский. В районе пещеры долина реки узкая и глубокая, средняя ширина долины составляет 230 м, а ширина пруда 180–210 м (рис. 1). После поворота р. Кунгур на север долина расширяется, и террасы становятся более выраженными в рельефе [5].

В пределах первой и второй террас (абс. отм. от 140 до 160 м) расположена западная часть жилого массива с. Орда. Здесь имеются небольшие старицы и заболоченные участки местности. В северной части горы к границе второй и третьей террас приурочен суходол, идущий параллельно р. Кунгур. Заканчивается лог залившейся впадиной и далее искусственно зарегулированным оз. Банное, вода в котором используется местными жителями для хозяйственных нужд. Общая минерализация воды в озере составляет 149,71 мг/л, что характерно для водоемов, имеющих атмосферное питание. Третья терраса хорошо выражена в юго-западной и северо-восточной частях Казаковской горы и имеет абсолютные отметки рельефа от 160 до 180 м. Карстовые формы рельефа распределены здесь неравномерно. Основная часть воронок находится восточнее Ординской пещеры, часть из них была спланирована карьерами по добыче строительного камня.

Четвертая терраса расположена на отметках 180–196 м. Склон четвертой террасы прорезан небольшими суходолами, на дне и в бортах которых имеются воронки. Мелкие воронки с задернованными склонами (диаметром 1–5 м и глубиной до 3 м) имеют блюдцеобразную форму. Крупные (диаметром 5–10 м и глубиной до 10 м) характеризуются конусообразной формой и скальными выходами коренных пород в обрывистых склонах. В период таяния снега они частично или полностью поглощают временные потоки талых вод, поступающих с поверхности горы.

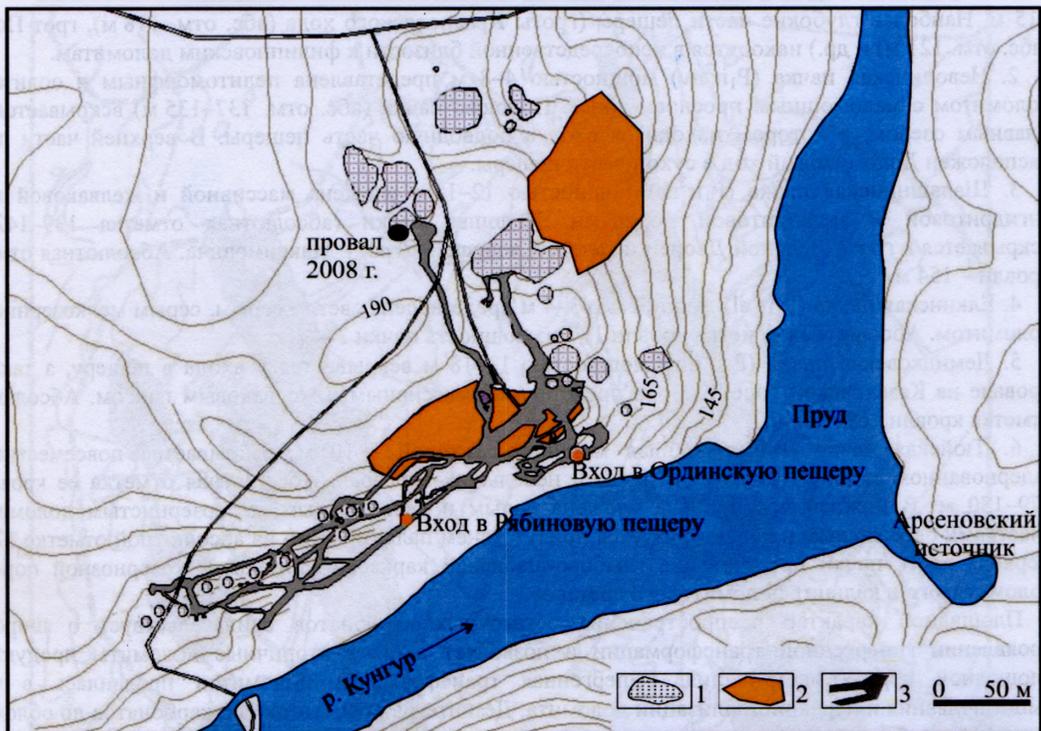


Рис. 1. Карстовые формы Казаковской горы: 1 – карстовые воронки; 2 – карьеры; 3 – контур Ординской пещеры

На поверхности террасы, севернее основных галерей пещеры, располагаются самые крупные (диаметром до 80–94 м и глубиной 30 м) карстовые воронки в пределах Казаковской горы. Они часто сближены между собой, на дне сухие и имеют сложную форму, у некоторых на склонах имеются свежие провалы. Наиболее крупный провал размером 35×40 м и глубиной до 17 м (абсолютная отметка южного края 185 м) произошел осенью 2008 г. В южной стенке провала на глубине 10 м вскрылись гипсы (абс. отм. 175 м), их видимая мощность – 7 м. За последние 15 лет это самый большой провал в пределах Иренского карстового района.

Плотность карстовых форм исследуемой территории составляет 42 шт/км². В течение 15 лет было зафиксировано 4 провала.

Проведение геолого-съёмочных работ на территории края в 50-е гг. XX в. позволило выделить две зоны распространения верхнедевонских барьерно-рифовых образований, приуроченных с запада и востока к Уфимскому валу. Гидрогеологическая съёмка, выполненная в 1960-е гг. под руководством Г.К. Михайлова и Б.А. Булдакова, показала, что к этим же полосам приурочены крупные гидрогеологические зоны повышенной водообильности (рис. 2).

С востока – это Кишертско-Иргинская зона и с запада – Кунгурская [11]. В пределах зон разгружаются высокодебитные источники, которые маркируют активные тектонические разломы.

Ранее было установлено, что Кунгурская барьерно-рифовая зона разбита на клавиши диагональными разрывами типа сбросов с амплитудой несколько десятков метров. Одна из таких ступеней проходит севернее Казаковской горы, а другая – вдоль юго-восточного склона. Амплитуда вертикального перемещения по ней составляет около 17–22 м. Кроме пещеры к этому разлому тяготеют Арсеновский родник, а также субаквальные источники в русле р. Кунгур.

Таким образом, ориентировка пещеры определяется разрывом сбросовой природы северо-восточной ориентировки. Анализ сети неотектонических линейaments позволяет предполагать, что данные разломы соподчинены концентрическим нарушениям сдвиговой природы и выступают к ним в качестве радиально-опережающих.

В пещере прослеживаются следующие карбонатные и сульфатные пачки (снизу вверх, рис. 3):

1. Ледянопещерская пачка (P₁ig¹lp) мощностью 20–25 м сложена гипсом и ангидритом, полностью обводнена и расположена ниже уровня грунтовых вод. Абсолютная отметка подошвы пачки – 111–

115 м. Наиболее глубокие части пещеры (гроты Красноярского хода (абс. отм. 118 м), грот Подвал (абс. отм. 121 м) и др.) находятся в непосредственной близости к филипповским доломитам.

2. Неволинская пачка (P_{ir}^{2nv}) мощностью 4–8 м представлена пелитоморфным и оолитовым доломитом с маломощным прослоем гипса. Подошва пачки (абс. отм. 137–135 м) вскрывается над Главным озером, в котором находится вход в подводную часть пещеры. В верхней части пачки расположен Доломитовый ход в сухой части пещеры.

3. Шалашнинская пачка (P_{ir}^{3sh}) мощностью 12–15 м сложена массивной и желваковой гипс-ангидритовой и ангидритовой породами. Подошва пачки (абсолютная отметка 139–142 м) вскрывается в гроте Ледяной Дворец и галерее, ведущей к гроту Максимовича. Абсолютная отметка кровли – 154 м.

4. Елкинская пачка (P_{ir}^{4el}) мощностью 3–4 м представлена светло-серым, серым мелкозернистым доломитом. Абсолютная отметка кровли 157 м; мощность пачки 3–4 м.

5. Демидковская пачка (P_{ir}^{5dm}) мощностью 12–18 м вскрывается у входа в пещеру, а также в провале на Казаковской горе, где она представлена массивным и желваковым гипсом. Абсолютная отметка кровли 169–175 м.

6. Туйская пачка (P_{ir}^{6ts}), общая мощность которой 5–10 м, вскрывается повсеместно на задернованном склоне Казаковской горы и небольших карьерах. Абсолютная отметка ее кровли – 179–180 м. В нижней части пачка сложена белым и светло-серым мелкозернистым доломитом, участками окремнелым и характеризуется присутствием палыгорскита на абсолютной отметке 175 м. Верхняя часть пачки представлена глыбово-щебневой каркасно-ящичной и кавернозной породой доломитового и кальцит-доломитового составов.

Площадной характер распространения остаточных карбонатов свидетельствует о широком проявлении гипергенной трансформации и позволяет считать вторичные доломиты продуктами площадной коры выветривания. Гипергенная трансформация доломитов проявилась в виде выщелачивания и перекристаллизации доломита. Дезинтеграция остаточных карбонатов до обломков валунной, щебневой и дресвяной размерности только в верхней части разреза говорит о том, что процессы физического выветривания развивались по породе, уже подверженной ранее химическому выветриванию.

7. Лунежская пачка (P_{ir}^{7ln}) отмечена только в северной части Казаковской горы и вскрыта скважинами на абсолютных отметках 184–187 м. Общая мощность гипсов лунежской пачки на Казаковской горе достигает 4–8 м. Над Ординской пещерой пачка размыта полностью.

Таким образом, Ординская пещера имеет общую амплитуду, равную 50 м, и расположена в туйской, демидковской, елкинской, шалашнинской, неволинской и ледянопещерской пачках иренской свиты иренского горизонта, что в 1,6 раза превышает амплитуду Кунгурской Ледяной пещеры и вскрывает большее количество литологических слоев [7].

Лесостепные сообщества в пределах Казаковской горы можно отнести к наиболее ценным ландшафтам Среднего Урала, имеющим большое научное, эстетическое и рекреационное значение. Они сформировались благодаря литологическому составу карстующихся пород и в основном расположены на обрывистых склонах правого берега р. Кунгур. Из редких растений здесь встречаются прострел желтеющий, ковыль перистый, василек сибирский и мордовник обыкновенный. В Ординской пещере обитает крангоникс Хлебникова [12]. На сегодняшний день Ординская пещера является геологическим памятником природы регионального значения. В 2009 г. охраняемую природную территорию, выделенную на Казаковской горе, было предложено выделить как эталонный участок планируемого кластерного природного парка Пермского периода.

Морфологическая характеристика пещерных галерей. Вход в Ординскую пещеру расположен на южном крутом склоне Казаковской горы (высотой 40 м) на абсолютной отметке 163 м. Он вскрылся в результате провала диаметром 35 м.

В зимний период сухая часть пещеры охлаждается, и образуются ледяные сталагмиты, сталактиты и сублимационные кристаллы (рис. 4).

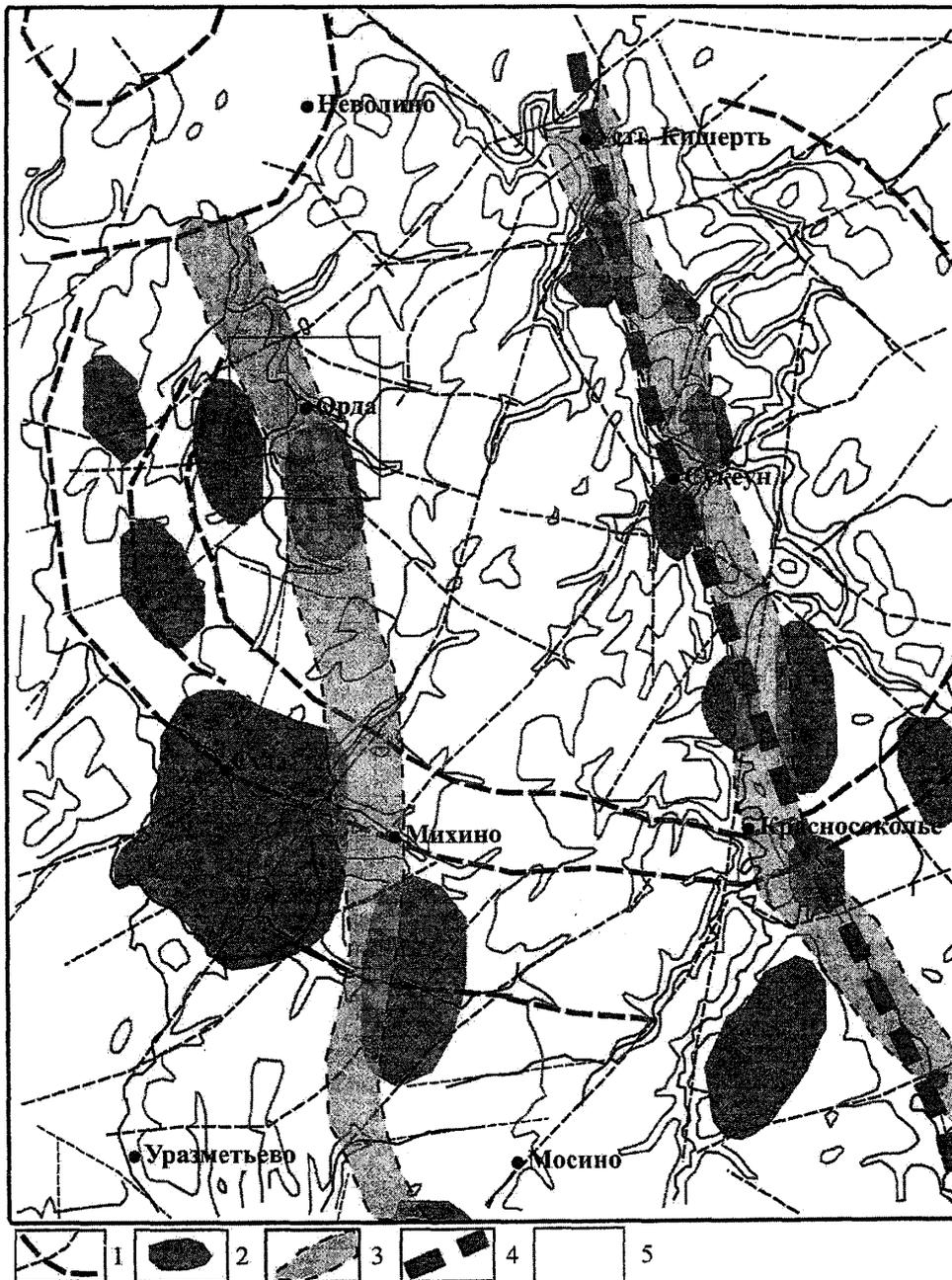


Рис. 2. Структурно-тектоническая схема междуречья Сызвы и Ирены:

1 – линеаменты неотектонического заложения, связываемые с проявлением ротационных сил; 2, 3 – положительные структуры и линейные зоны трещиноватости (Михайлов, Булдаков, 1969); 4 – граница Восточно-Европейской платформы и Предуральяского краевого прогиба; 5 – район исследования

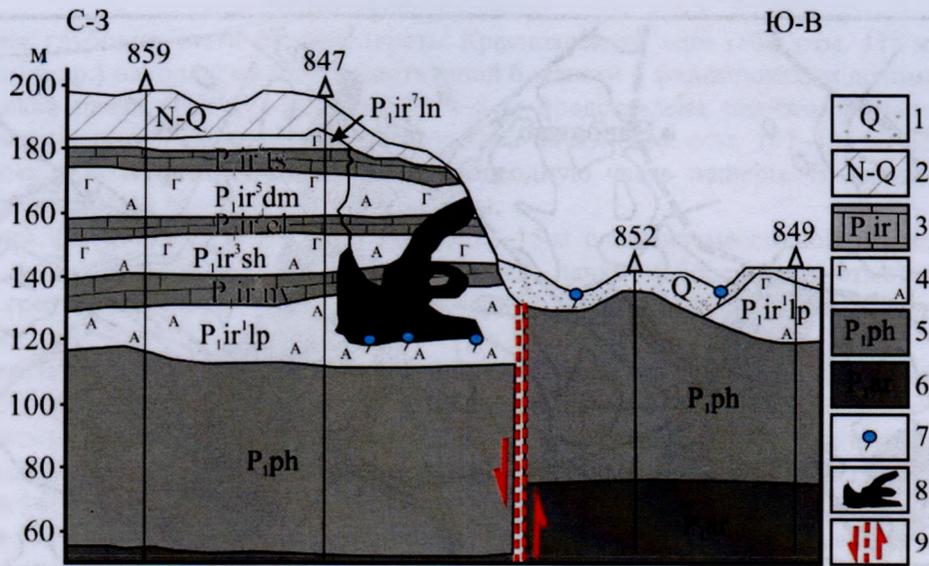


Рис. 3. Геологический разрез через Ординскую пещеру:

1, 2 – четвертичные аллювиальные и неоген-четвертичные элювиальные отложения; 3 – карбонатные пачки иренской свиты (туйская, елкинская и неволинская); 4 – сульфатные пачки иренской свиты (лунежская, демидковская, шалашнинская и ледянопещерская); 5 – известняки и доломиты филипповского горизонта, 6 – известняки артинского горизонта; 7 – места разгрузки напорных сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевых вод; 8 – Ординская пещера; 9 – разлом и направление относительного перемещения блоков

Морфогенетические элементы ближних к долине галерей пещеры (рис. 5) подтверждают принадлежность к разным гидродинамическим зонам. Анализ характера распространения карстопоявлений водораздельного участка показал, что на всех этапах развития карстового процесса существовала мощная концентрированная разгрузка карстовых вод через нижние сифонные каналы. Гипсо-ангидритовая толща растворялась не только сверху и сбоку, но и снизу, в результате чего образовалась пустотность в северо-восточной части Казаковской горы. По общему расположению логов и больших карстовых воронок (до 100 м) можно предположить, что в процессе выщелачивания и дальнейшего обрушения большая часть подземных галерей Ординской пещеры уже разрушена.

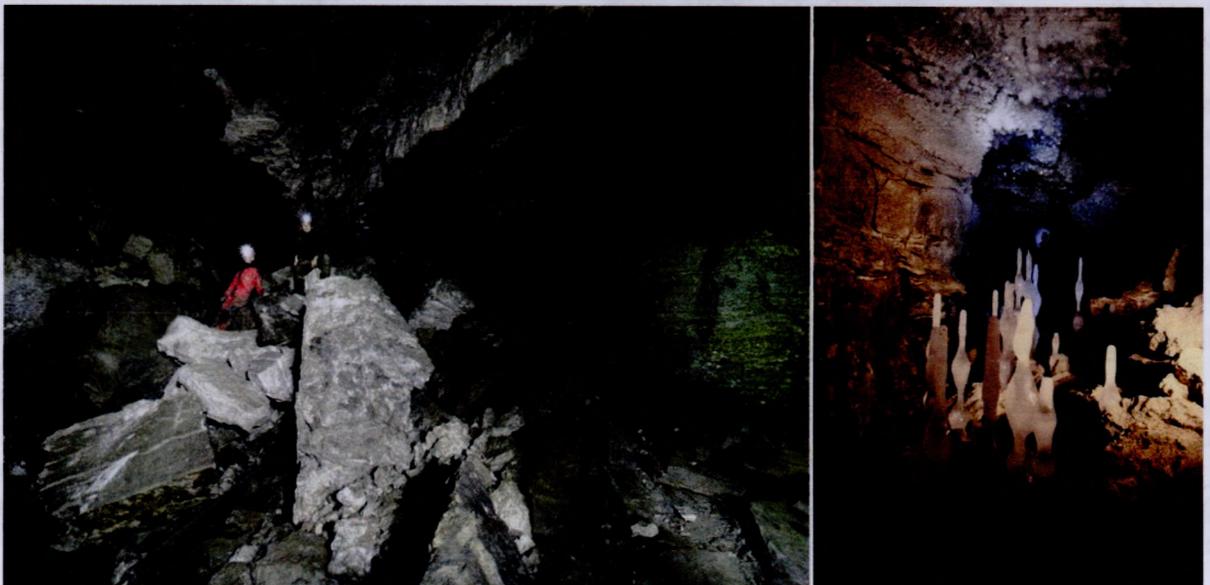


Рис. 4. Сухая часть пещеры. Фото Я. Занды (слева) и А. Филимонова (справа)

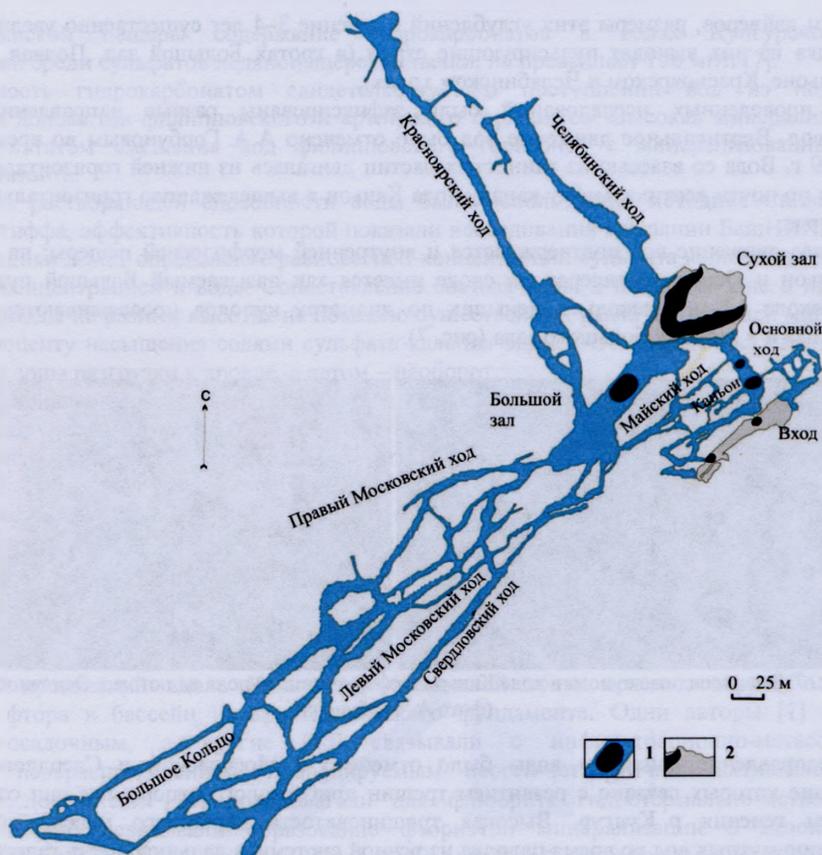


Рис. 5. План Ординской пещеры (по данным Д.В. Осипова, И.А. Лаврова, 2010 г.):
1 – воздушные пузыри в подводной части пещеры; 2 – сухая часть пещеры с озерами

Анализ видеоматериалов подводной съемки, выполненной А. Филимоновым и А. Горбуновым, позволил выявить на дне пещеры серии углублений округлого сечения глубиной до 1 м (рис. 6), которые сопоставляются с восходящими субаквальными источниками (фидерами по терминологии А. Климчука).



Рис. 6. Субаквальные источники (фидеры) в Ординской пещере, контролирующие разгрузку гидрокарбонатно-кальциевых вод (фото А. Горбунова)

По словам дайверов, размеры этих углублений в течение 3–4 лет существенно увеличились, а во время паводка из них выходят пульсирующие струи (в гротах Большой зал, Подвал, в Основной галерее, Каньоне, Красноярском и Челябинском ходах).

В ходе проведенных исследований были зафиксированы разные направления движения подземных вод. Вертикальное движение вод было отмечено А.А. Горбуновым во время весеннего паводка 2009 г. Вода со взвесью из глинистых частиц двигалась из нижней горизонтальной галереи хода Подвал по почти вертикальному каналу хода Каньон в вышележащую горизонтальную галерею Основного хода.

Восходящее движение вод подтверждается и внутренней морфологией пещеры: на пересечении галереи Каньон и Основной галереи на своде имеется так называемый Большой пузырь (купол) диаметром около 12 м. Несколько меньших по диаметру куполов прослеживаются на потолке Основного хода и в сторону Большого зала (рис. 7).

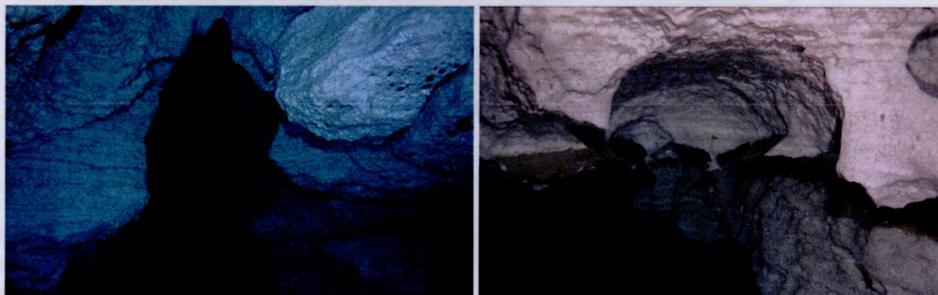


Рис. 7. Эллипсоидные купола в ходе Каньон и сферические купола на потолке Основного хода (фото А. Горбунова).

Другое направление движения воды было отмечено в Московском и Свердловском ходах, происхождение которых связано с развитием трещин прибортового отпора, где они согласуются с направлением течения р. Кунгур. Высокая трещиноватость карстового массива способствует проникновению мутных вод во время паводка из речной системы в дальнюю часть галерей. До сухой части пещеры паводковые воды доходят примерно за 5–7 дней. В Красноярский и Челябинский ходы мутная вода не попадает. Даже во время межени, когда взвесь со дна пещеры поднимается в Московском ходе, дальше она двигается к сухой части, что указывает на движение воды в северо-восточном направлении.

Плоские потолки основных пещерных ходов сформировались в уровнях стояния воды и за счет оседания блоков-целиков в зонах гравитационного отрыва на контакте неволинской и ледянопещерской пачек.

Нивелирование уровней стояния воды в озерах пещеры и пруду на р. Кунгур, проведенное М.С. Пятуниним во время летней межени, позволило установить, что зеркало пещерных озер располагается на 27 см выше уровня пруда. Такое расположение озер подтверждает то, что вода, выходящая из фидеров, является напорной. Разгрузка подземных горизонтов и подток из нижележащих пород также указывают на напорный характер водопроявлений в скважинах в южной части Казаковской горы и неизменный уровень воды в озерах пещеры во время спуска пруда в 2005 г.

Гидрохимическая характеристика пещерных вод. В 1996 г. было установлено, что подземные воды в этом районе относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевой гидрохимической фации и имеют достаточно высокую минерализацию (до 2400 мг/л), типичную для районов развития сульфатного карста [3]. Выполненный А.А. Горбуновым, Д.А. Михалевым и А.В. Щукиным отбор проб в основных галереях подводной части пещеры и субкавальных выходах Арсеновского источника позволил охарактеризовать состав воды на разных уровнях пещеры во время паводка и летней межени.

Наиболее высокое содержание гидрокарбонатов (до 317 мг/л) было зафиксировано в водах субкавальных выходов в Арсеновском источнике и в Большом зале пещеры. В пробах из Челябинского, Красноярского, Московского ходов, Основной галереи и Подвала их количество такое же или немного ниже (до 280 мг/л). Наименьшее содержание гидрокарбонатов (195 мг/л) зафиксировано в пробе воды, отобранной из р. Кунгур выше пещеры по течению. В отличие от вод

района Ординской пещеры содержание гидрокарбонатов в водах Кунгурской пещеры, локализованной среди сульфатов ледянопещерской пачки, не превышает 190 мг/л [7].

Обогащенность гидрокарбонатом свидетельствует о поступлении вод из подстилающих известняков и доломитов филипповского и артинского горизонтов. Высокая минерализация может являться результатом смешения вод филипповского горизонта с минерализованными водами иренского горизонта.

Для оценки растворяющей способности воды была использована методика Скилмена – Мак Дональда – Стиффа, эффективность которой показали исследования компании БашНИПИнефть [19]. В основе методики лежат определение равновесной концентрации сульфата кальция и ее сравнение с фактической концентрацией в воде. Сопоставление состава воды в Большом зале в паводковый и меженный периоды на разных высотах не показало существенных различий в общей минерализации. Однако по проценту насыщения солями сульфата кальция видно, что весной насыщение воды идет снизу вверх от зоны разгрузки к кровле, а летом – наоборот.

Подземные воды пещеры агрессивны по отношению к сульфатам, причем весной насыщение воды идет снизу вверх от субаквальных источников к кровле грота, а летом – наоборот, что может свидетельствовать о значительных масштабах артезианского бассейна и сезонной эволюции состава его вод.

Предполагается, что в паводок атмосферные воды «продавливают» только его верхнюю часть, обеспечивая разгрузку в пещере минерализованных вод, а в межень в пещере разгружаются воды, попавшие в артезианскую систему во время весеннего паводка.

Спелеогенетическая модель формирования пещеры. При проведении геолого-съёмочных работ в 1986 г. под руководством Н.А. Даровских было установлено, что карбонатные пачки иренского яруса отличаются региональной геохимической зараженностью фтором. Цепочечное расположение флюоритовых проявлений вдоль Кунгурской разломной зоны может говорить о возможном поступлении фтора в бассейн из кристаллического фундамента. Одни авторы [1] считали его сингенетично-осадочным, а другие [15] связывали с инфильтрационно-метасоматическим гипергенным перераспределением, провоцируемым неоген-четвертичной активизацией Урала. Некоторые исследователи [14] предполагали для флюорита гидротермально-метасоматическое происхождение либо связывали образование фтористой минерализации с мезокайнозойской активизацией докембрийских рифтов Восточно-Европейской платформы [2]. Однако северо-восточное простираие флюоритовых тел согласное с неотектоническими нарушениями указывает на молодой возраст оруденения. Изучение геохимических особенностей флюорита [18] показало его относительную обогащенность тяжелыми редкоземельными элементами, что может свидетельствовать о связи с водами, инфильтрующимися через коры выветривания [17].

Анализ геологического разреза [16] позволяет предположить следующую модель формирования Ординской пещеры и флюоритовой минерализации.

На первом этапе подземные воды разгрузились по линейной зоне нарушения северо-восточной ориентировки. В этот период воды напорного характера, выходящие из нижележащих филипповского и артинского горизонтов, сформировали грот Каньон, Основную, Красноярскую и Челябинскую галереи. Сохранившиеся морфологические элементы выводят в разряд модельных объектов теории гипогенного спелеогенеза, развиваемой А.Б. Климчуком [6; 21].

Позднее за счет неотектонических движений и раскрытия трещин бортового отпора вдоль р. Кунгур, а также за счет процессов гидратации были сформированы Московская и Свердловская галереи.

Юго-восточный блок со временем поднимался, а долина р. Кунгур смещалась к северо-востоку. Подъем южного левобережного блока относительно нынешнего положения Казаковской горы обусловил опускание в его краевой части уровня грунтовых вод и интенсивное выщелачивание сульфатно-карбонатных пород. Обогащенные фтором воды дренировали в Казаковский блок, где на карбонатном барьере туюской, елкинской и неволинской пачек осаждали его в виде флюорита. Присутствие в изученных карбонатных породах фрагментов хитинового панциря современных насекомых позволяет говорить о том, что этот процесс продолжается и в настоящее время.

Выводы

Казаковская гора и расположенная в ее недрах Ординская пещера представляют собой уникальный географический объект, имеющий большое научное, эстетическое и рекреационное значение. На сегодняшний день Ординская пещера является самой протяженной подводной пещерой

мира в сульфатных отложениях. По данным съемки [12] длина пещеры составляет более 5100 м, из них подводная часть – 4800 м. Подводная часть пещеры является длиннейшим сифоном, зафиксированным в пещерах России. Высокая прозрачность воды, большие объемы гротов, относительная доступность подводной части и оборудованный вход в пещеру привлекают сюда спелеодайверов со всего мира.

Тектоническая раздробленность массива, обусловленная наличием диагональной системы разломов и сопряженной со сбросами северо-восточного простирания, определила конфигурацию пещеры и морфологию ее основных галерей. Пещера, традиционно рассматриваемая как результат нисходящей инфильтрации, связана с глубинным подтоком тектонически вскрытого напорного горизонта. Выявленные в Ординской пещере восходящие источники, характеризующиеся относительно высоким содержанием гидрокарбонатов, позволяют предположить, что напорные воды поступают из известняков и доломитов филипповского горизонта. Питание этого водоносного горизонта осуществляется на Уфимском плато. Неотектоническая активизация, вызвавшая вертикальное перемещение блоков, обусловила дренаж этих напорных вод и дальнейшее формирование пещеры. По классификации А.Б. Климчука такие пещеры относятся к гипогенным [6].

Флюоритовая минерализация, установленная в пермских отложениях карстового массива Казаковской горы, выводит пещеру в разряд уникальных минералогических объектов.

Лесостепные сообщества в пределах Казаковской горы, сохранившиеся со времени межледниковья, можно отнести к наиболее ценным ландшафтам Среднего Урала [10]. Из редких растений здесь встречаются прострел желтеющий, ковыль перистый, василек сибирский и мордовник обыкновенный. В Ординской пещере обитает рачок крангоникс Хлебникова, единственный троглобионт пещер Пермского края, занесенный в Красную книгу [12].

Библиографический список

1. *Абрамович Ю.М., Нечаев Ю.А.* Аутигенный флюорит в кунгурских отложениях Пермского Приуралья // Доклад АН СССР. 1960. Т. 135. № 2. С. 414–415.
2. *Валеев Р.Н.* Авлакогены Восточно-Европейской платформы. М.: Недра, 1978. 154 с.
3. *Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г.* Карст и пещеры Пермской области / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1992. 200 с.
4. *Кадебская О.И., Максимович Н.Г.* Геологические, гидрогеологические и гидрогеохимические предпосылки формирования Ординской пещеры // Пещеры: межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 2009. Вып. 32. С. 11–22.
5. *Кадебская О.И., Максимович Н.Г., Жакова У.В.* Карстовые формы в районе Ординской пещеры (Пермский край, Россия) // Спелеология и карстология. Симферополь, 2009. № 3. С. 60–65.
6. *Климчук А.Б.* Основные особенности и проблемы гидрогеологии карста: спелеогенетический подход // Пещеры: межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 2001. С. 28–50.
7. *Кунгурская Ледяная пещера: опыт режимных наблюдений / под ред. В.Н. Дублянского.* Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 376 с.
8. *Максимович Г.А.* Пещеры гипсового карста // Пещеры: межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 1969. Вып. 7(8). С. 5–29.
9. *Максимович Н.Г.* Минералогия Ординской пещеры // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. Пермь, 2008. Вып. 11. С. 72–77.
10. *Максимович Н.Г., Максимович Е.Г., Лавров И.А.* Ординская пещера. Длиннейшая подводная пещера России. Пермь: Кн. мир, 2006. 64 с.
11. *Михайлов Г.К., Оборин А.А.* Подземная кладовая пресных вод Сылвенского кряжа. Пермь, 2006. 154 с.
12. *Ординская пещера.* Познание: иллюстрированный сб. ст. / В. Лягушкин, Б. Ващенко, Н. Максимович, И. Лавров, Н. Паньков, А. Шумейко, А. Климчук, Е. Рунков. М.: Студия «4+4», 2011. 160 с.
13. *Плюснин К.П.* Карстовые явления в южной части Ординского района Молотовской области: тез. докл. 1947. С. 12–14.
14. *Пузанов Л.С.* О температурах образования «ратовкита» из бассейна реки Сылвы (Пермское Приуралье) // Докл. АН СССР. 1972. Т. 207. № 5. С. 1304–1307.
15. *Сомов М.М.* О флюоритовой минерализации пермских отложений Приуралья // Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. Коры выветривания в геологической истории территории СССР. Л., 1984. Т. 326. С. 60–64.

16. Чайковский И.И., Кадебская О.И. Роль тектоники в рудо- и карстообразовании Казаковской горы // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: мат. науч.-практ. конф. Пермь, 2009. С. 18–24.

17. Чайковский И.И., Кадебская О.И., Чиркова Е.П. О гипергенной природе флюоритового оруденения Казаковской горы // Природные ресурсы: вестник недропользователя Пермского края. Пермь, 2010. № 2 (29). С. 83–91.

18. Чайковский И.И., Крупенин М.Т., Гуляева Т.Я., Петрищева В.Г. Онтогенез и геохимия флюорита из проявлений западного склона Северного, Среднего и Южного Урала // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: сб. науч. статей. Пермь, 2005. Вып. 7. С. 81–108.

19. Яркеева Н.Р. Оценка равновесной насыщенности попутно-добываемых вод сульфатом кальция в зависимости от их суммарной минерализации // Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений: сб. науч. ст. Уфа: Изд-во УГНТУ, 1999. С. 168–174.

20. Lavrov I. Ordinskaya cave – the longest underwater cave in Russia / I. Lavrov, E. Maximovich, N. Maximovich // Water Resources and Environmental Problems in Karst: proceedings of the International conference and free seminars, Serbia; Montenegro, 13-19 September, 2005. Belgrade, 2005. P. 771-776.

21. Sivinskih P. Features of geological conditions of the Ordinskaya underwater cave, fore-Urals, Russia // Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins: Proceedings of the conference held May 13 through 17, 2009 in Chernivtsi, Ukraine, Simferopol, 2009. P. 267–271.

References

1. Abramovich, Yu.M. and Nechaev, Yu.A. (1960), "Authigenic fluorite in Kungur deposits of Perm Cis-Urals", *Doklady Akademii Nauk SSSR*, vol. 135, no. 2, pp. 414-415.

2. Valeev, R.N. (1978), *Avlakogeny Vostochno-Evropejskoj platformy* [Aulacogens of the East European platform], Nedra, Moscow, Russia.

3. Gorbunova, K.A., Andrejchuk, V.N., Kostarev, V.P. and Maksimovich, N.G. (1992), *Karst i peshchery Permskoj oblasti* [Karst and caves of the Perm region], Perm State University, Perm, Russia.

4. Kadebskaya, O.I. and Maksimovich, N.G. (2009), "Geological, hydrogeological and hydrogeochemical preconditions of Ordinskaya cave origin", *Peshchery (Caves): Interuniversity collection of scientific transactions*, Perm, 2009. Issue 32, pp. 11-22.

5. Kadebskaya, O.I., Maksimovich, N.G. and Zhakova, U.V. (2009), "Karst features in the vicinity of the Ordinskaya cave (Perm Region, Russia)", *Speleology and karstology*, Simferopol, no. 3, pp. 60-65.

6. Klimchuk, A.B. (2001), "Principal features and problems of karst hydrogeology: Speleogenetic approach", *Peshchery (Caves): Interuniversity collection of scientific transactions*, Perm, pp. 28-50.

7. Dublyansky, V.N. (ed.) (2005), *Kungurskaya Ledyanaya peshhera: opyt rezhimnykh nablyudenij* [Kungur Ice Cave: experience of regime observations], Ural Division of the Russian Academy of Science, Ekaterinburg, Russia.

8. Maksimovich G.A. (1969), "Gypsum karst caves", *Peshchery (Caves): Interuniversity collection of scientific transactions*, Perm, Issue 7 (8), pp. 5-29.

9. Maksimovich, N.G. (2008), "Mineralogy of the Ordinskaya cave", *Problems of mineralogy, petrology and metallogeny. Scientific Readings in Memory of P.N. Chirvinsky: Conf. Proc. Perm*, Vol. 11. pp. 72-77.

10. Maksimovich, N.G., Maksimovich, E.G. and Lavrov, I.A. (2006), *Ordinskaya peshhera. Dlinnejshaya podvodnaya peshhera Rossii* [Ordinskaya Cave. The longest underwater cave in Russia], Knizhnyj mir, Perm, Russia.

11. Mikhailov, G.K. and Oborin, A.A. (2006), *Podzemnaya kladovaya presnykh vod Sylvenskogo kryazha* [Underground freshwater storage of the Sylvensky Ridge], Perm State University, Perm, Russia.

12. Lyagushkin, V., Vashhenko, B., Maksimovich, N., Lavrov, I., Pan'kov, N., Shumejko, A., Klimchuk, A., and Runkov, E. (2011), *Ordinskaya peshhera. Poznanie* [Orda Cave. Awareness], Studiya "4 + 4", Moscow, Russia.

13. Plyusnin, K.P. (1947), "Karst phenomena in the southern part of the Ordinsky district of the Molotov region", *Molotov Karst Conference: Conf. Proc. Perm*, pp. 12-14.

14. Puzanov, L.S. (1972), "About temperatures of "ratovkite" formation at the Sylva River basin (Perm Cis-Urals)", *Doklady Akademii Nauk SSSR*. vol. 207, no. 5, pp. 1304-1307.

15. Somov, M.M. (1984), "About fluorite mineralization of Cis-Urals Perm deposits", *Weathering crust in geological history of the USSR territory*. Leningrad, vol. 326, pp. 60-64

16. Chajkovsky, I.I. and Kadebskaya, O.I. (2009), "The role of tectonics in ore and karst formation of the Kazakovsky mountain", *Geology and Mineral Resources of the Western Urals: Conf. Proc.* 25-26 May 2009. Perm: Perm State University, pp. 18-24.

17. Chajkovsky, I.I., Kadebskaya, O.I. and Chirkova, E.P. (2010), "About the hypergene nature of fluorite mineralization of the Kazakovsky mountain", *Natural resources: Bulletin of a subsurface user of the Perm region*. Perm, vol. 2 (29), pp. 83-91.

18. Chajkovsky, I.I., Krupenin, M.T., Gulyaeva, T.Ya. and Petrishheva, V.G. (2005), "Ontogeny and geochemistry of fluorite from the western slope of the Northern, Middle and Southern Urals", *Problems of mineralogy, petrology and metallogeny: Conf. Proc.*, Perm: Perm State University, issue 7, pp. 81-108.

19. Yarkееva, N.R. (1999), "Estimation of by-produced waters equilibrium saturation with calcium sulfate depending on their total mineralization", *Development and exploitation of oilfields*, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, pp. 168-174.

20. Lavrov, I., Maximovich, E. and Maximovich, N. (2005), "Ordinskaya cave – the longest underwater cave in Russia", *Water Resources and Environmental Problems in Karst: Int. Conf. Proc.*, Serbia; Montenegro, 13-19 September 2005, Belgrade, pp. 771-776.

21. Sivinskih, P. (2009), "Features of geological conditions of the Ordinskaya underwater cave, fore-Urals, Russia", *Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins: Proceedings of the conference*, Chernivtsi, Ukraine, 13-17 May 2009, Simferopol, pp. 267-271.

Поступила в редакцию: 21.03.2016

Сведения об авторах

Кадебская Ольга Ивановна

кандидат географических наук, заведующая Кунгурской лабораторией-стационаром Горного института Уральского отделения Российской академии наук;
614007 г. Пермь, ул. Сибирская 78а;
тел: (342)216-39-00;
e-mail: iccave@bk.ru

Максимович Николай Георгиевич

кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по научно-исследовательской работе Естественнонаучного института Пермского государственного национального исследовательского университета;
614990 г. Пермь, ГСП, ул. Генкеля, 4,
тел.: (342)2396602,
тел/факс: (342)2331913, 89082710882,
e-mail: nmax54@gmail.com

About the authors

Olga I. Kadebskaya

Ph.D, Head of the Kungur laboratory, Mining Institute of Ural Branch of RAS,
78a, Sibirskaya str. Perm, 614007, Russia;
tel: (342)216-39-00;
e-mail: iccave@bk.ru

Nikolay G. Maksimovich

Ph.D, Deputy Director, Institute of Natural Sciences of Perm State University;
tel. (342)2331913, 89082710882,
4, Genkelya str., Perm, 614990, Russia;
e-mail: nmax54@gmail.com

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Кадебская О. И., Максимович Н. Г. Ординская пещера как географический феномен мирового значения // Географический вестник. 2016. № 2(37). С. 17–28. doi 10.17072/2079-7877-2016-2-17-28

Please cite this article in English as:

Kadebskaya O. I., Maksimovich N.G. Ordinskaya cave as geographical world-class phenomena // Geographicheskij Vestnik. 2016. № 2(37). P. 17–28. doi 10.17072/2079-7877-2016-2-17-28