

УДК 55.551.556(477.75)

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

Юдин В. В.

*МОО «Крымская Академия наук», Симферополь, Российская Федерация
E-mail: yudin_v_v@mail.ru*

Верхнеюрские известняки в рассматриваемом районе слагают олистолиты Горнокрымской олистостромы, осложненные надвигами. Приведены 7 доказательств гравигенного типа контактов в основании массивов и факты залегания под ними нижнемеловых глин. Пещера Узунджа, Тар-Чокрак-Коба и их источники связаны с вертикальными трещинами торошения над субгоризонтальной зоной брекчирования в основании олистолита. Скельский воклюз, пещера Черная и источники у села Родниковое связаны с аналогичными трещинами в субгоризонтальной зоне гравигенных брекчий основания г. Курт-Кая. Скельская пещера также заложена не по «разлому», а по гравигенным трещинам. Её крупноглыбовые навалы образованы в результате подмывания брекчированного основания олистолита. Все воды источников образованы за счет потоков сверху с востока и контролируются тектоникой. Глубинных ювенильных вод из «разломов» снизу в Байдарском районе нет, там развит межгорный артезиокарст.

Ключевые слова: Крым, гидрогеология, тектоника, карст, суффозия, источники.

ВВЕДЕНИЕ

Под источниками и пещерами-источниками понимаются локальные естественные выходы подземных вод на дневную поверхность. Обычно их положение определяет тектоника, проявленная в разрывах, трещинах, складках, формах рельефа подошвы карстового массива и др. В статье [1] была впервые описана тектоника вблизи большинства крымских источников. Вследствие ограниченного объема публикации [1], строение района вокруг Скельского воклюза и одноименной пещеры, расположенных в Байдарской долине, было приведено очень кратко. Настоящая статья посвящена тектонике этого важного гидрогеологического и геологического объекта Крыма.

Актуальность рассмотренной темы заключается в том, что район определяет снабжение питьевой водой крупного города Севастополь. По данным Ю. И. Шутова, Скельский источник — второй по мощности в Крыму. Его среднегодовой дебит (условно 1380 л/с) уступает лишь воклюзу Кара-Су-Баши под Белогорском. Цель настоящей статьи — выявление конкретной тектонической приуроченности источников подземных вод и пещер района к участкам эндогенного и гравигенного брекчирования в зонах надвигов, гравигенных смещений массивов и послонных срывов, что очень важно для оптимизации водопользования в Крыму.

Оборудованная для посещения Скельская пещера и близлежащие источники описаны более чем в 100 публикациях. В них достаточно полно отражена география, история, морфология карстовых полостей, гидрогеология и мониторинг, биология, палеонтология и другие вопросы [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 и др.]. Тектоника района в этих работах или не описывалась совсем или противоречиво декларировалась без геологического обоснования конкретных структур с позиций устаревшей разломно-блоковой концепции фиксизма и несбалансированных моделей мобилизма.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Строение Байдарской долины (межгорной котловины) и окружающих ее массивов из верхнеюрских известняков достаточно сложное и интерпретируется противоречиво. Десятки лет не всегда обоснованно здесь декларируется приуроченность пещер, крупных вклюдозов и родников к по-разному рисуемым «разломам и их пересечениям». Сами разломы обычно проводятся вдоль долин рек и оврагов. Напомним, что по определению «разломом» называется разрыв с невыясненной морфологией и кинематикой. Он должен иметь реально обоснованную форму сместителя в разрезе и в плане, амплитуду смещения крыльев, а также приразрывные дислокации, чем отличается от трещин (диаклазов). Геометрически нереальные субвертикальные «разломы» ранее выделялись из-за незнания структурной сбалансированности и принятия на веру устаревшей гипотезы фиксизма с обосновательными представлениями, что реки текут по разломам и пещеры тоже им следуют. Ошибочность таких представлений обоснована во многих публикациях [1, 11 и др.]. Приведем примеры тому в рассматриваемом районе.

На первых геологических картах с 1910 года и в опубликованной среднемасштабной государственной геологической карте 1967 года под редакцией М.В. Муратова, разрывы в Байдарском районе отсутствовали совсем. Позже многими авторами были выделены многочисленные разнонаправленные, прямолинейные формы рельефа (линеаменты). Безосновательное отождествление их с вертикальными разрывами привели к тому, что практически в каждом месте Горного Крыма и Байдарской долины в частности можно было увидеть «разлом» и легко связать с ним источник или пещеру [11 см. рис. 1.1, 1.2, 1.3].

На детальной государственной геологической карте Украины соавторы (М.В. Ванина и др., 1993 года) севернее Скельской пещеры были показаны два сходящихся в точку разлома северо-восточного и север-северо-восточного простираний. Однако они не соответствуют северо-западному направлению Скельской пещеры и северо-западному простиранию серии Скельских источников вдоль русла р. Узунджи. Кроме того, эти «разломы» не имели реальной амплитуды, не смещали границы стратонов и не соответствовали направлениям движений окрашенной воды, выявленным при индикаторных опытах [7 и др.].

На государственной геологической карте Украины среднего масштаба 2006 года в районе села Родниковое разрывы отсутствуют [6]. В 1 километре севернее пещеры показано окончание взброса северо-восточного простирания и в 1 километре южнее — безамплитудный сброс юго-западного наклона. Оба они никак не могли влиять на положение Скельских источников и пещеры, поскольку плоскости их сместителей наклонены от участка этих объектов. Впоследствии, согласно Российским государственным геологическим картам Крыма, масштаба 1:100000, в рассматриваемом районе села Родниковое разрывы отсутствуют [5].

Таким образом, на государственных геологических картах Украины и России, разломов у Скельской пещеры и у источников нет, и они лишь декларируются в авторских публикациях. Например, в статье [2] были описаны две модели строения района. Первая — фиксистская, разломно-блоковая, названная соавторами

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

«структурно-геологической», основана на представлениях фиксизма М.В. Муратова. Выделенный им «Юго-западный синклиорий» в природе не существует. По определению такой термин означает синклиналь, осложненную мелкими складками, которой нет. Ложное впечатление синклинали создает рассмотрение карты без учета горного рельефа, что хорошо видно на разрезах [1, 11, 12]. Осложнение синклинория «Байдарским грабеном» [2] также не имеет оснований, поскольку не существуют окружающие грабен сбросы. Их нет на всех геологических картах, в том числе на рисунке 1 статьи [2]. Принятая соавторами модель строения по геологической карте М. В. Ваниной с простой нормальной стратиграфической последовательностью юрско-меловых свит, не везде соответствует данным бурения и детальным исследованиям. В первую очередь это касается того, что в ряде участков нижнемеловые глины и песчаники через гравигенно-тектонические контакты очень пологих сбросов и новообразованных надвигов перекрыты более древними известняками верхней юры [11, 12 и др.].

Вторую (геодинамическую) модель строения района соавторы статьи [2] назвали «аккреционной и покровно-надвиговой», хотя аккрецией называют наращивание континентальной коры за счет островных дуг и террейнов, отсутствующих в Байдарском районе. Далее соавторы спутали по возрасту и генезису оползание с юга Ай-Петринского и других известняковых массивов в раннем мелу с их неоген-четвертичным шарьированием при формировании Горного Крыма. Поэтому, отдавая должное их детальным 20-летним карстологическим исследованиям, вопросы тектоники в статье [2] остались необоснованными. Сомнительными представляются и определение соавторами крутых (до 60°) углов падения известняков. По данным всех исследователей, падение их в районе пологое, 10–20° [5, 6, 11, 12, 13].

Соотношение верхнеюрских известняков и глинистых толщ нижнего мела — одна из главных проблем тектоники района. Первоначально и поныне, большинство геологов вслед за М.В. Муратовым считают, что известняки находятся на месте своего образования и через стратиграфический контакт перекрыты более молодыми меловыми глинами [4, 5, 6, 10 и мн. др.]. Однако реальных непрерывных стратотипических разрезов здесь нет. На геологических картах стратиграфические границы украшались произвольно рисуемыми противоречивыми и бездоказательными субвертикальными секущими «разломами».

Во второй (структурно-мобилистской) трактовке, впервые выдвинутой еще А.С. Моисеевым в 1935 году, считалось, что известняковые массивы значительно смещены эндогенными надвигами и представляют собой останцы шарьяжа с корневой зоной на юге. Контакт между юрскими и меловыми толщами Байдарской долины в основном им считался тектоническим. Через 50 лет эта модель была возрождена Ю.В. Казанцевым [13 и др.]. В его концепции «Шарьяжа яйлы» все известняковые массивы интерпретировались как тектонические останцы (клиппы), надвинутые с юга на нижнемеловые отложения и подстилаемые эндогенными надвигами. Это объясняло реальные зоны брекчирования в основании прокарстованных массивов, которые игнорировали сторонники фиксизма. Однако такой модели противоречили местами объективно существующие участки с нормальными стратиграфическими контактами между толщами верхней юры и

нижнего мела. В это же время Ю.С. Бискэ выделил в Байдарском районе иные несбалансированные эндогенные сбросы, сдвиги и надвиги с северными и южными наклонами сместителей [15]. Каждая из выше перечисленных моделей объясняла не все, а лишь часть геологических фактов, и поэтому вызывала критику оппонентов.

30 лет назад нами была обоснована принципиально новая, геодинамическая модель строения и эволюции Крыма. В ней было доказано, что разновеликие верхнеюрские известняковые массивы имеют гравитационную природу и представляют собой олистолиты и крупные олистоплаки Горнокрымской олистостромы, сползшие с юга в конце раннего мела [11 и мн. др.]. В кайнозое они были осложнены эндогенными надвигами в основном северного наклона. Это позволило понять разные типы контактов во всех участках Байдарского района.

Олистостромовая модель объясняет, казалось бы, взаимоисключающие факты. К ним относятся: стратиграфическое налегание глин при «впахивании» во фронтальных краях известняковых массивов; ингрессионные и сдвиговые контакты с локальным брекчированием в боковых краях олистолитов, а также гравигенные брекчии и зеркала скольжения в основании массивов. В более чем 30-и участках Горного Крыма доказано, что под олистолитами из верхнеюрских известняков залегают не только более древние породы, но и более молодые нижнемеловые глины [11, 12 и др.]. Кроме того, часть нижнемеловых отложений смещалась совместно на оползающих массивах и локально имеет нормальные стратиграфические контакты.

О гравигенно-тектоническом генезисе большинства контактов в основании верхнеюрских известняков Байдарского района свидетельствует следующее:

1. В базальных известняковых брекчиях отсутствуют гидротермальные минералы и развит только низкотемпературный кальцит и лимонит.

2. На зеркалах скольжения в основании олистолитов штрихи и борозды разнонаправленные, «ерзающие» и даже «закрученные», что характерно для гравигенных дислокаций с хаотическим перемещением и поворотами олистолитов.

3. Локальность и структурная разобщенность карбонатных массивов в плане без зон выклинивания известняков между ними.

4. В 5 км северо-восточнее Байдарской долины под нижнемеловыми отложениями верхнеюрские известняки отсутствуют, и сразу залегают среднеюрские песчаники и тектонический меланж (рис. 1 А). Ещё далее к северо-востоку, в 8-и км, верхнеюрских известняков нет, и породы нижнего мела несогласно перекрывают триас-раннеюрский таврический флиш. [11, 12].

5. «Ингрессионной» гипотезе приращения нижнемеловых толщ противоречит отсутствие вокруг массивов следов волноприбойной деятельности, базальных конгломератов, глинистый состав нижнемеловой толщи и другое [11].

6. Южнее и восточнее Скульской пещеры в обнажениях под верхнеюрскими известняками местами выявлены фрагменты более молодых нижнемеловых глин. Они доказаны под горами Ай-Петри и Бойка, под скалой Ласпи, в русле ущелья р. Сары-Узень и в других участках. Частично это показано на рис. 1 А и подробнее - в фотоатласе [12, стр. 16–28 и 113–119]. Описания с доказательной фауной раннего мела приведены в монографии [11].

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

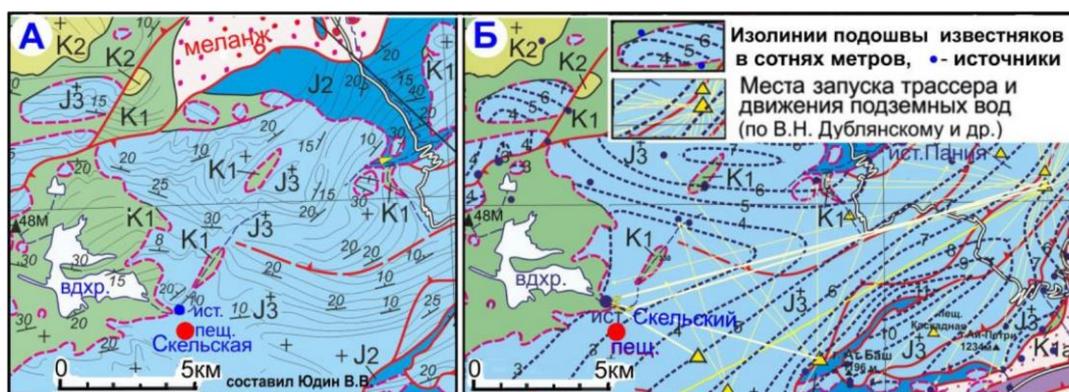


Рис. 1. Геологическая карта района Скельской пещеры (А) и структурная карта подошвы закарстованных верхнеюрских известняков (Б).

Составлено автором.

Таким образом, в Байдарском районе разновеликие массивы из верхнеюрских известняков залегают через гравигенно-тектонические контакты на и внутри толщ нижнего мела. Разные типы контактов вокруг даже одного массива в олистоэрозионной концепции хорошо объяснимы. Более детальное описание всех олистолитов и олистоплак приведено в разделе 5.1 монографии [11]. Аналогичное строение доказано в широкой Салгирской долине, где карбонатно-глинистые отложения нижнего мела по многочисленным данным бурения залегают сразу на нижне-среднеюрском флише без присутствия верхнеюрских известняков, которые развиты только по периферии широкой Салгирской долины [1, 11].

Тектоника в долине реки Узунжи соответствует выводу об общем строении района. Наиболее дискуссионным здесь является небольшой, 800x1500 м, выход нижнемеловых (альбских) глинистых отложений в необычно широкой котловине у села Колхозное. Он окружен высокими холмами из полого залегающих верхнеюрских известняков (рис. 2 А, Б). Южнее и севернее река течет в глубоком ущелье из тех же известняков (рис. 1). Все геологи упрощенно считали и считают, что глины перекрывают известняки. Однако этому противоречит ряд фактов.

Во-первых, это очень глубокий (200–400 м) и крутой врез долины над высокими окружающими горами (точнее холмами). Маленькое локальное замкнутое поле, стратиграфически заполненное морскими, глинистыми толщами, среди возвышающихся над ним холмов из известняков, в палеогеографическом аспекте представляется нереальным.

Во-вторых, вдоль субгоризонтальной границы известняков и глин развиты не базальные конгломераты, а многометровая лимонитизированная зона брекчий. Такие гравигенные брекчии в Горном Крыму развиты почти повсеместно [11].

В-третьих, карстовые источники, приурочены к известнякам у северной периферии выходов глин, а не наоборот, как было бы при стратиграфической модели. Поэтому мы полагаем, что у села Колхозное река локально промыла основание Ай-Петринского олистоплака из подстилающих глинистых толщ нижнего мела (рис. 1 А, 2 А, Б). Как отмечено выше, аналогичные локальные выходы глин во врезках рельефа

выявлены севернее, северо-восточнее и в других местах (рис. 1), [11]. Окончательное решение рассмотренной проблемы возможно после перебуривания в долине глинистых толщ нижнего мела до их основания.

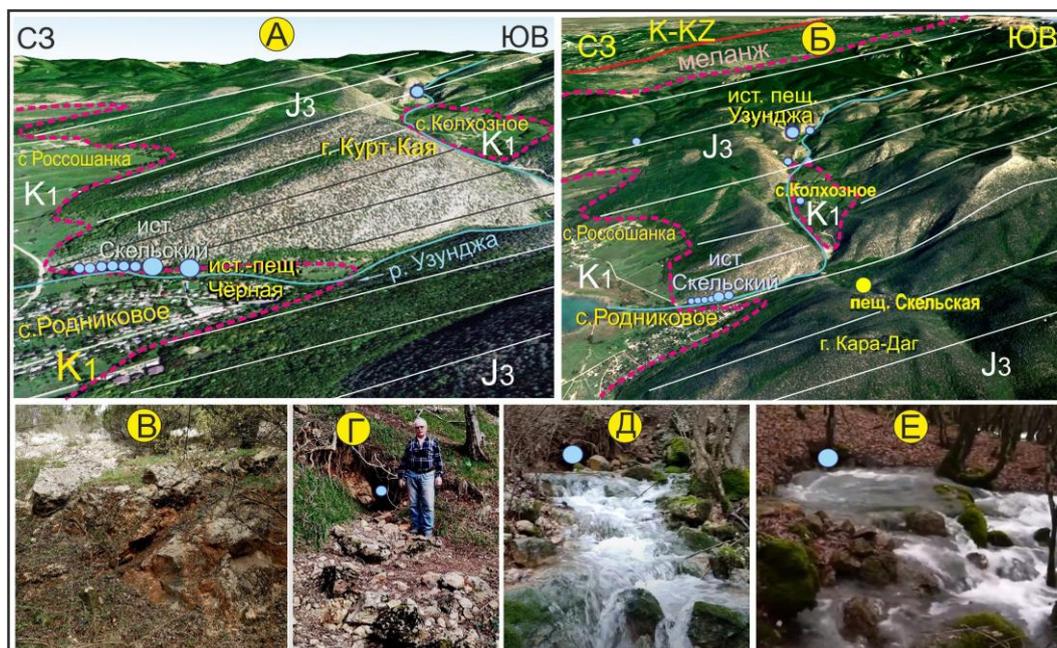


Рис. 2. Вверху (А, Б) - соотношение верхнеюрских известняков J3 с нижнемеловыми глинами K1; внизу (В-Е) - источники из брекчированных в основании известняков.

Составлено автором

Пещера Узунджа и источник Суук-Су расположены в двух километрах к северо-востоку от села Колхозное (рис. 2 Б). Наглядное видео внутри пещеры доступно на сайте <https://rutube.ru/video/b4a04aba16fda66b77aab0740d836929/>. Узкий вход в неё расположен на левом борту каньона над каптированным источником Суук-Су, который считается истоком реки Узунджа (рис. 3). Длина субгоризонтальной по брекчированному напластованию пещеры более 1,5 км, амплитуда всего 20–30 м и удлинение 1:50–70. Полость также связана с серией узких протяженных крутых трещин северо-восточного простирания, заваленных глыбами известняка. В сильные паводки пещера заливается водой, и её дно местами сплошь покрыто почти неокатанными мелкими обломками известняка.

Индикаторные опыты [7] позволили установить, что вода в пещеру поступает с юго-востока (из ур. Беш-Текне близ горы Ат-Баш на Ай-Петринском плато), а также с юго-юго-востока, из ур. Тез-Баир (рис. 1 Б). Это противоречит северо-восточному простиранию пещеры, но хорошо соответствует наклону подошвы известнякового массива на южном склоне Узунджинской депрессии (рис. 1 Б).

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

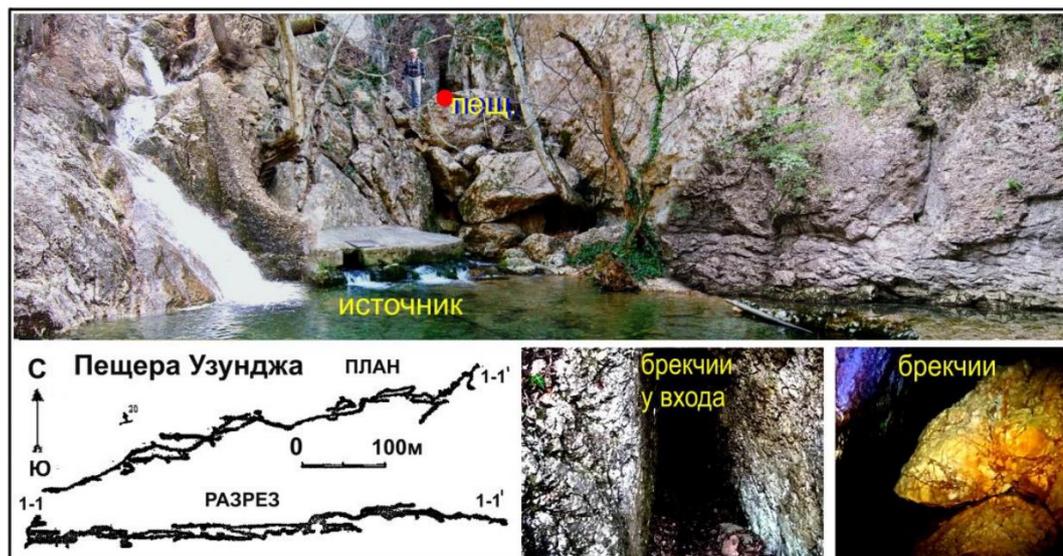


Рис. 3 Брекчированные верхнеюрские известняки у источника Суук-Су и пещеры Узунджа рядом с водопадом.

Составлено по материалам из сети Интернет.

Ниже источника Суук-Су полого залегающие известняки также послойно брекчированы, с субгоризонтальными надвиговыми зонами (рис. 3). Это контрастирует с субвертикальными трещинами выше и в самой пещере. На её стенках видно, что известняки брекчированы и окрашены в красно-бурый цвет. При осмотре стен пещеры не сразу понятно, как расположены брекчии. Или вертикально только вдоль стен галереи, или вся пещера проходит через субгоризонтальную зону брекчий с крутыми трещинами торошения. Учитывая общее пологое залегание известняков и ходов пещеры, мы считаем, что она вся расположена в мощной зоне субгоризонтальных брекчий. В отдельных участках это подтверждается узкими горизонтальными зонами брекчирования в очень плотном верхнеюрском известняке (рис. 3 верхнее фото). Аналогичные раздробленные породы развиты в основании многих олистолитов Горного Крыма. Они свидетельствуют о близком залегании подстилающих нижнемеловых глин с окисляющимися сидеритами. Из выше описанного можно сделать вывод, что пещера Узунджа образована по серии небольших вертикальных трещин торошения над субгоризонтальной зоной брекчирования в основании олистолита из верхнеюрских известняков.

В 300 метрах к юго-востоку в аналогичной тектонической обстановке в русле оврага Топшанар расположена похожая субгоризонтальная пещера Тар-Чокрак-Коба и связанный с ней источник (рис. 2 А). Длина её узкого хода 52 метра и амплитуда всего 3 метра. Полость тоже расположена в зоне субпослойного брекчирования на контакте титонских известняков и подстилающих глинисто-терригенно-мергелистых отложений кимериджа или нижнего мела.

Тектоническая приуроченность Скельского вклюджа и расположенных вблизи источников у села Родниковое понимается по-разному. Все они расположены на

правом берегу р. Узунджи, выше автодорожного моста. У дороги и на склонах горы Курт-Кая обнажены средне-толстослоистые известняки, наклоненные на северо-запад под углами 10–20° (рис. 1, 2 А, Б). В основании ненарушенной моноклинали у дороги обнажена пологая зона дробления толщиной 2–5 м. Она состоит из развалов изометричных, не окатанных глыб известняков, размерами до 1–2 метров. Матрикс брекчии сложен известняковой дресвой и пропитан лимонитом, придающим ей красно-бурый цвет (рис. 2 В, Г). Выше на склонах до вершины г. Курт-Кая в серых известняках брекчирование и лимонитизация отсутствуют. Как и во многих других участках Горного Крыма, красно-бурая окраска матрикса брекчий и самих глыб известняков в основании олистолитов нами объясняется аномальной пропиткой вторичным лимонитом. Он образовался при промыве водой и окислении сидеритовых конкреций, содержащихся в подстилающих нижнемеловых глинах [1, 11].

Выше течения от моста на правом берегу реки Узунджи на расстоянии 400 метров расположены 10 небольших источников и два крупных вклюдза — Скульский и источник-пещера Чёрная. проблематично называемая «исток реки Чёрной» (рис. 2 А, Е). Поясним проблему. Истоки реки Чёрной традиционно и поныне неправильно считаются от одноименного вклюдза. Однако он находится вблизи русла, в долине Узунджи. По правилам географии одна и та же река не может ниже вклюдза всего на несколько сотен метров до впадения в водохранилище называться рекой Чёрной. Также как, например, река Нева начинается из Ладожского озера, так и реку Черную следует начинать от плотины Чернореченского водохранилища, а не от сотен метров русла реки Узунджи, впадающей в это озеро и потом снова появляющейся.

Мелкие источники близ рассматриваемых вклюдзов пересыхают в межень, а в паводки имеют несколько грифонов, расположенных от русла реки до основания коренного склона. Вода в них выходит напорными точечными струями из трещин в субгоризонтальной ожелезненной зоне брекчий (рис. 2 Г), а также из обнаженных узких карстовых полостей, промытых по субвертикальным и круто наклонным трещинам. В обнажениях видно, что эти диаклазы не прослеживаются в залегающих выше не трещиноватых пластах известняка. Такую модель можно рассматривать как уменьшенную копию более крупных карстовых источников (вклюдзов), в том числе и в Скульской и Чёрной пещерах. Утверждения, что вклюдзы связаны с «вертикальным разломом» и здесь геологических оснований не имеют.

Строение пещеры-источника Чёрная соответствует описанной выше модели. Согласно https://speleoatlas.ru/export/cave_pdf.php?cave_id=5200, Скульский и Чёрный источники полностью пересыхают раз в 10–20 лет. Спелеологами Крыма в полости вклюдза и поблизости раскопами выявлена и закартирована обычно затопленная водой пещера северо-восточного простираия. Длина её на апрель 2025 года составляет 1260 м. Вертикальный перепад — 35 м. Соотношение длины горизонтальных ходов к высоте составляет 1:36. Полость можно считать субгоризонтальной, несмотря на общий наклон вмещающих известняков в 20°. Небольшие вертикальные перепады и сифоны в пещере связаны с неровностью подошвы олистолита. Все рассмотренные источники расположены в юго-западной части Узунджинской депрессии рельефа подошвы массива (рис. 1 Б).

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

Важно отметить, что в пещере Чёрной отмечено большое количество водно-механических отложений в виде глины и песка, характерных для подстилающих нижнемеловых отложений. Выявлены многочисленные трудно разбираемые завалы из разновеликих глыб известняков. Аналогичные глыбы развиты на поверхности в обнажениях этой региональной субгоризонтальной зоны брекчирования (рис. 2 В, Г). «Разломы северо-восточного простирания», декларируемые при описаниях пещеры, отсутствуют на всех геологических картах. Отсутствие разрывов видно в моноклиальной толще на склонах горы (правильнее холма) Кутур-Кая (рис. 2 А).

Анализ плана и разрезов пещеры Чёрной, приведенных в Спелеоатласе 2017 года (<https://speleoatlas.ru/caves/skelskaya-4928/>), позволяет считать, что она расположена в горизонтальной зоне брекчий, промытой по хаотическим трещинам торшения, в подошве известнякового массива, которые не прослеживаются выше в пластах толстослоистых известняков. Ниже залегает водоупор из более молодых глинистых-песчаных отложений нижнего мела. В общепринятой модели стратиграфического перекрытия известняков глинами, ниже пещеры предполагается ненарушенный комплекс закарстованных известняков. Это противоречит огромному дебиту двух воклюзов и мелких источников, расположенных горизонтально вдоль границы, перекрывающих водоупорных пород.

Подчеркнем, что известняки под холмом Кутур-Кая залегают не горизонтально, а с наклоном в 10–20° на северо-запад (рис. 2 А). Северо-восточное простирание пещеры, выявленное спелеологами при картировании, соответствует выявленному нами наклону рельефа подошвы известняков от горы Ай-Петри, а также индикаторным опытам (рис. 1 Б). В традиционной стратиграфической модели вода по карстовым полостям должна была бы уходить ниже и разгружаться далеко на юго-западе в субаквальных источниках мыса Айя, что не соответствует действительности.

В заключении рассмотрения строения у Скельского, Черного и других источников близ села Родниковое, отметим, что их тектоническим аналогом является Аянский воклюз на севере Чатырдагского олистоплака. Он лучше обнажен и бурением там доказано наличие под верхнеюрскими известняками водоупора из более молодых нижнемеловых глин [1, 11]. Аналогичное строение выявлено нами и для крупнейшего в Крыму воклюза Кара-Су-Баши [1].

Скельская пещера и элементы её тектоники в публикациях описаны противоречиво. Форма полости достаточно детально изучена и приведена в работах [2, 3, 7, 8, 10 и др.], а также опубликована на сайте Спелеоатлас..., 2017. Детальный план карстовой полости показан сверху на (рис. 4).

В многочисленных научных, популярных и справочных публикациях утверждается, что Скельская пещера заложена «по разломам». Приведем несколько примеров таких деклараций: «Скельская пещера образовалась... вследствие тектонического разлома», «Пещера появилась в результате тектонического разлома, который произошел в верхнеюрский период», «Установлено, что происхождение пустот – следствие тектонических разломов, протяженностью 670 м», «Общая длина тектонического разлома, в котором образовалась Скельская пещера, около 40 километров», «Полость, образована при раскрытии тектонического нарушения...», «Пройти вверх 300 м и увидеть разлом», «Пещера образована в результате

пересечения тектонических разломов», и т. д.. (<https://travelask.ru/russia/krym/vsyo-pro-skelskuyu-pescheru-v-krymu>, <https://speleoatlas.ru/caves/skelskaya-4928/>, <https://dzen.ru/a/X8IMcznqldNebJd>, https://ru.wikipedia.org/wiki/Скельская_пещера, https://dzen.ru/a/ZzOT_x5EFw9FS0Kn <https://dzen.ru/video/watch/638a37ab20118b692e01c632?f=d2d> и др.).

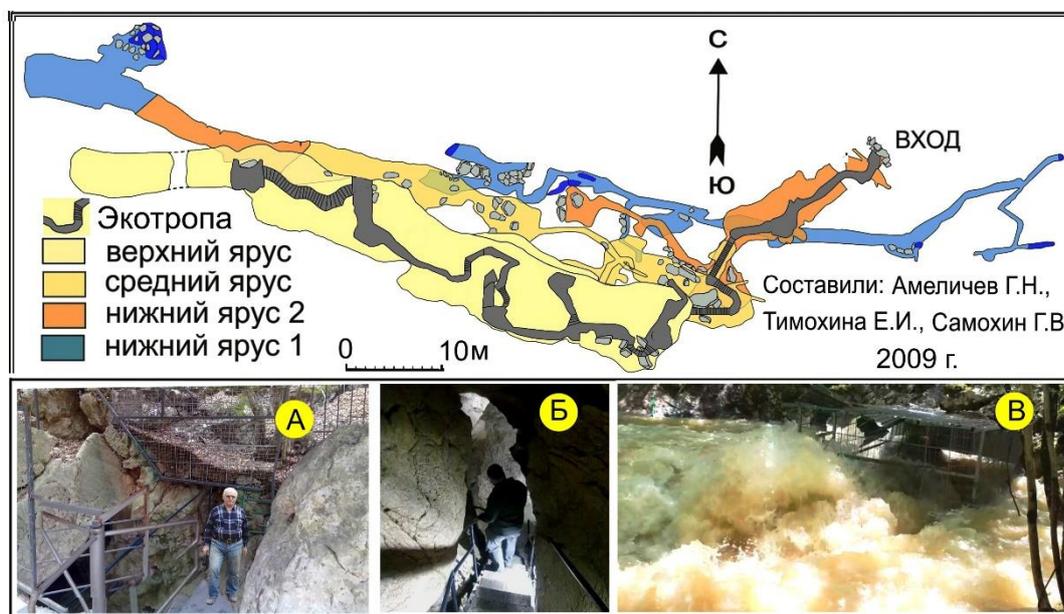


Рис. 4. Вверху план Скельской пещеры в авторской компоновке (с сайта Спелеоатлас..., 2017 г.); внизу – вход в пещеру в межень и в паводок июня 2011 г. Составлено автором.

В англоязычной статье 2021 года 9 соавторов выделили в Байдарской долине 4 группы вод, связанных с ничем не обоснованными «региональными зонами разломов», которые отсутствуют на геологических картах и на их же рисунке 1 [9]. По нашему мнению, статью на английском языке о гидрогеологии и питьевых водах, для города Севастополя, недопустимо публиковать на языке недружественных стран, которые 11 лет отрицают статус Крыма и его воссоединение с Россией.

В Атласе пещер России [8, стр. 230], Г.В. Самохин и И.С. Турбанов написали, что Скельская карстовая полость расположена «в блоке горных пород» (хотя блок по определению должен ограничиваться разрывами, которых нет) и что она «...сложена массивными известняками верхнетитонско-валанжинского возраста, круто падающими на северо-запад». Однако залегание пород в пещере не крутое, а субгоризонтальное, что видно на потолке её верхнего яруса и в близлежащих обнажениях, а раннемеловой возраст известняков не доказан. Также ошибочно считается, что привходовая часть пещеры образована «...при раскрытии тектонического нарушения». Такой «разлом» без определения морфологии и кинематики, с протяженностью всего 40 метров не подтвержден фактическим

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

материалом соавторов, а также других исследователей на геологических картах. Декларируемое нарушение не соответствует приведенному в Атласе [8] плану, имея простирание под углом в 40° к общему простиранию Скельской пещеры (рис. 4).

В последней статье 2024 года, также принято моноклиально-блоковое строение и написано, что в Скельской пещере «*верхний пещерный зал длиной 80 м, шириной 10–18 м, высотой 10–25 м, образован при раскрытии тектонического нарушения... озёра, находящиеся под верхним залом, объединяются в одну обводненную зону тектонического разрыва..., контролирующего заложение основного объема пещеры.*» [10, стр. 777]. По нашему мнению, раскрытию такого разрыва в верхнем зале противоречит большой и плоский потолок из ненарушенной поверхности напластования субгоризонтально залегающих известняков с мелкими закарстованными трещинами. Согласно плану пещеры [8, 10 и др.], полости верхний яруса расположены со смещением к нижнему (рис. 4).

Ссылаясь на монографию [7] соавторы статьи [10] показали на рисунке 1 «*Карадагский (Скельско-Спирадский) сброс*», по которому якобы заложена Скельская пещера. Однако диагональный 8-километровый сброс геологически не обоснован и на всех государственных геологических картах отсутствует. На рис. 1 [10] он нарисован в 1200 м от горы Карадаг и поэтому не соответствует названию. У сброса нет реального сместителя, амплитуды смещения пластов и разных по возрасту и литологии пород в крыльях. Северо-западное простирание такого разрыва не соответствует субширотному простиранию пещеры в плане (рис. 4).

В юго-восточной части «Карадагского сброса» под горой Спирады, в полого залегающих известняках разрыв ничем не проявлен. Слои там прослеживаются вдоль обрыва Главной гряды гор без смещений. Вдоль Гарпанбаирского хребта (правильнее склона) разрыв по геологическим данным и дешифрированию космоматериалов не выделяется [5, 6, 11, 16 и др.]. Северо-восточнее горы Спирады известны реальные надвиги, но они совсем иного, «горнокрымского» простирания. В ур. Беш-Текне у горы Ат-Баш они выводят на поверхность Ай-Петринской яйлы основание верхнеюрских известняков в виде линейного выхода терригенных среднеюрских пород северо-восточного простирания (рис. 1 Б), [11, 12, 16 и др.]. Поэтому «*...ключевая гидрогеологическая роль Карадагского сброса*» и его «*милонитового экрана*» для Скельской пещеры геологически не обоснована. Предполагаемые вдоль сброса направления подземного карстового стока [10, рис. 7] противоречат индикаторным опытам [7] и форме подошвы закарстованного комплекса пород (рис. 1Б).

Бездоказательно выделен в статье [10] и «Узунджинский разлом», нарисованный вдоль русла одноименной реки. При пересечении его с «Карадагским сбросом» декларируется «Скельский гидрогеологический узел», со Скельской пещерой. Правильнее называть такие формы не разломами, а линеаментами (линейными формами рельефа), которые как разрывы тектонически не обоснованы.

Утверждение, что «*В... депрессии у входа в Скельскую пещеру титон-валанжинские карбонаты перекрываются валанжин-готеривскими глинами*» [10, стр. 777], представляется сомнительным. Это не подтверждено описанием контактов, а также палеонтологическими доказательствами. Ни на одной из геологических карт

коренных карбонатно-глинистых отложений нижнего мела на небольшой полянке, окруженной горами ниже входа в пещеру нет.

По нашему мнению, глины здесь локально отложились в результате суффозионного выноса глинисто-карбонатных частиц при паводковых излияниях из пещеры. Обычные в таких случаях туфовые площадки здесь отсутствуют из-за вымывания глинистых частиц из подстилающих слабо литифицированных нижнемеловых толщ. В пользу этого свидетельствует не чистая карстовая, а мутная от глины, желто-бурая вода, изливающаяся при сильных паводках из давно промытых известняковых карстовых полостей (рис. 4 В).

При традиционной простой стратиграфической модели строения, вода в Скельской пещере должна была бы уходить ниже по карстовым полостям до берега моря в вклюдзы мыса Айя. В действительности в 45 метрах ниже входа расположены глубокое, до 30 м озеро и русло подземной реки, которая заполняет его, а в паводки вода изливается на поверхность [2]. Такое возможно из-за того, что известняки слагают оползневые массивы, а более молодые раннемеловые глины их подстилают через гравитационно-тектонические контакты [11 и др.].

Геологами общепризнанно, что Скельская пещера заложена в субгоризонтально залегающих толстослоистых верхнеюрских известняках. Разрывы и сопровождающие складки в ней и в прилегающем районе отсутствуют. По гравигенным трещинам в пещере сформировались обрушения с крупноглыбовыми навалами высотой до 60 м. Формы карстовых полостей в разрезе и в плане не плоско-вертикально-линейные, как было бы в случае «разлома», а достаточно сложные (рис. 4).

Уникальность Скельской пещеры заключается в максимальном для Крыма подъеме воды до 47 метров [7]. В сильные паводки залы, затопляются и из сухого в межень входа пещеры (рис. 4 А, Б) происходит бурное излияние воды, образуя крупный вклюдз (рис. 4 В). Наиболее мощные выходы воды с фонтанами высотой до двух метров после сильных ливней отмечались много раз, например, 18.06.2021 г., в июле 2023 г., в марте 2024 г. и др. [2, 10 и др.]. В динамике их можно увидеть в видеоклипах <https://yandex.ru/video/preview/11521746309700780944> и др.

Аналогичное сезонное и паводковое увеличение дебита отмечается в 1 км к северо-западу от пещеры, в Скельском и Чёрном вклюдзах, а также в источниках у русла реки Узунжа, расположенных гипсометрически на 70 метров ниже (рис. 2 Б).

Индикаторные опыты с окрашиванием воды в понорах ур. Беш-Текне и горы Ай-Петри. были проведены не раз [7 и др.]. В результате экспериментов вода окрасилась в Скельском источнике (рис. 1 Б), но не проявилась в одноименной пещере. По нашему мнению, это связано не с её гидроизолированностью, а с низким уровнем подземных вод при эксперименте и с превышением на 70 метров пещеры над источниками в русле реки Узунжи.

Рельеф подошвы известнякового комплекса пород является одним из основных факторов направления движения карстовых вод в Ай-Петринском и других массивах. Нами впервые была составлена структурная карта подошвы всего Ай-Петринского олистоплака и прилегающих олистолитов [17]. Подавляющая часть атмосферных осадков, попадая на поверхность Ай-Петринской яйлы, уходит вниз до

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

водоупорных терригенно-глинистых пород средней юры, нижнего мела и меланжа по ним [11, 16]. Далее карстовые воды стекают по уклону кровли водоупора, частично следуя хаотической трещиноватости в зоне гравигенного брекчирования в основании олистолитов, после чего разгружаются в основном у границ карстового массива [1]. Как видно на рис. 1 Б, индикаторные опыты подтверждают это положение.

Поскольку зона питания на поверхности Ай-Петринской яйлы находится на высоте до 1000 м, а Скельские источники и пещера расположены на 500–700 м ниже, в карстовых полостях развился элемент напорного артезианского генезиса, что создает специфику карстовых форм и гидрогеологического режима. Согласно нашей интерпретации, это связано с межгорным артезиокарстом [18], а не с глубинным по определению гипокарстом [2].

Формирование Скельской пещеры и ее аналогов частично происходило в противоположном направлении, чем при обычном эпикарсте. Над пещерой известняки не нарушены и залегают субгоризонтально. Разломов, карстовых воронок и подводящих сверху карстовых полостей нет. Артезианские карстовые воды снизу растворяли карбонаты и вымывали глинистые породы из основания массива. Наиболее активно это происходило по трещинам и зоне брекчирования в основании олистоплака. Это привело к постепенной гравитационной просадке фрагментов известняков с их вторичным крупноглыбовым брекчированием и обрушением. Такие медленные, а не резкие сейсмогенные, движения привели к формированию в пещере феноменального сталактита Феникс с постепенным изменением уклона карстовых натеков до необычно наклонных в его основании.

О происхождении пресных вод Байдарского района. Почти общепризнано, что подземные воды в Крыму пополняются исключительно за счет атмосферных осадков в виде дождя и снега, с незначительной долей конденсационных вод [4 и мн. др.]. Достоверных данных о поступлении глубинных ювенильных вод и гипокарста по разломам нами не обнаружено [14].

Однако соавторы из Севастополя (Н. И. Ковалев и др.) в ряде публикаций утверждают, что в районе поселка Орлиное (который они почему-то считают Украиной) ими выявлен магматический очаг потухшего вулкана, в котором происходит непрерывное кипение поступающих туда морских солёных вод, с образованием конденсата в Ай-Петринской Яйле, с последующим движением по «георазломам» подземных пресных геотермальных вод [19].

В действительности у поверхности магматические породы не «потухшего», а древнего среднеюрского вулканизма здесь отсутствуют [11, 12, 16. и др.]. Нет ни тепловых, ни магнитных аномалий, которые свидетельствовали бы о наличии на глубине магматического тела и тем более «очага». На рисунке 3 статьи [19] соавторы «*подземный маршрут термальных вод*» стрелкой безосновательно показали от берега моря у поселка Форос, где нет термальных источников. Пять «*подземных потоков пресных вод*» на этом же рисунке произвольно показаны без учета реальных геологических разрывов. Согласно индикаторным опытам [7 и др.], пути миграции окрашенной воды следуют не по их гипотетическим «георазломам», а по выявленному нами уклону рельефа подошвы карстового массива (рис. 1 Б).

Кроме того, температура в двух верхних этажах Скельской пещеры постоянно +12°C, а в нижнем этаже вода и воздух еще холоднее +8°C. Это также показывает отсутствие аномалий теплового потока и тем более гидротермальных вод по разломам, декларируемых соавторами [19 и др.]. О том же свидетельствует закономерность, выявленная при проходке Ялтинского гидротоннеля: «Близ крупных тектонических нарушений отмечаются температурные минимумы, а с удалением от сместителей температура повышается» [7, стр. 99]. Поэтому декларируемый эндогенный «крупный поток геотермальных пресных вод» с его удивительно точными характеристиками по размерам, температуре и составу – лишь плод ненаучной фантазии, что обосновано в статье [14].

Таким образом, воды всех источников рассмотренного района – карстовые. Они образованы атмосферными осадками в виде дождя и снега на Ай-Петринской яйле. Мнения о поступлении снизу глубинных ювенильных вод по «разломам» не обоснованы. Глубинный гипокарст здесь отсутствует и развит артезиокарст [18]. Он формируется за счет поступления воды не снизу, а сверху, с более приподнятой части Ай-Петринского массива на востоке, по брекчированным известнякам в его подошве над водоупором из глинистых среднеюрских и нижнемеловых отложений.

ВЫВОДЫ

Рассмотрение тектонической приуроченности источников и пещер Байдарского района позволило обосновать следующее.

Проведен обзор противоречивых представлений о тектонике Байдарского района. Рассмотрена проблема соотношения верхнеюрских известняков и глинисто-терригенных толщ нижнего мела. Показано, что нормальная стратиграфическая последовательность во многих участках тектонически нарушена пологими гравигенными сбросами и эндогенными надвигами.

Согласно авторской геодинамической модели строения, массивы известняков представляют собой олистолиты и олистоплаки Горнокрымской олистостромы, сползшие с юга в конце раннего мела, осложненные кайнозойскими надвигами. Приведено 7 конкретных доказательств гравигенного типа контактов в основании известняковых массивов и факты залегания нижнемеловых глин под ними.

Обосновано, что у села Колхозное река Узунджа локально промыла основание Ай-Петринского олистоплака из подстилающих глинистых толщ нижнего мела. Пещера Узунджа образована по вертикальным трещинам торошения в субгоризонтальной зоне брекчирования основания олистолита из верхнеюрских известняков. Аналогичный тектонический контроль имеет пещера Тар-Чокрак-Коба, расположенная в 300 метрах к северо-востоку.

Скельский воклюз, пещера-источник Черная и серия источников у села Родниковое тектонически связаны с хаотическими трещинами торошения в субгоризонтальной зоне лимонитизированных гравигенных брекчий в основании г. Курт-Кая. Ниже залегает водоупор из более молодых глинисто-песчаных отложений нижнего мела. Северо-восточное простираие пещеры Чёрной контролирует наклон кровли водоупора. Согласно выявленному нами рельефу подошвы Ай-Петринского

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

известнякового массива, все источники у села Родниковое приурочены к юго-западной части Узунджинской депрессии (рис. 1 Б).

Четырёхъярусная Скельская пещера заложена не по «разлому», а по гравигенным трещинам торошения в основании массива. Её крупноглыбовые навалы образованы в результате подмыва брекчированного основания олистолита. Карстовые воды растворяли карбонаты и вымывали глинистые породы из основания массива, что привело к постепенной просадке и обрушению глыб известняков.

Все воды источников Байдарского района – карстовые, образованы атмосферными осадками и контролируются тектоникой, что необходимо учитывать при перспективном развитии города Севастополя. Представления о поступлении глубинных ювенильных вод по «разломам» ничем не обоснованы. Глубинного гипокарста здесь нет и развит артезиокарст межгорного типа. Он формируется за счет движения вод не снизу, а сверху, с востока, в основном по брекчированным и закарстованным известнякам с более приподнятой части Ай-Петринского массива.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность Б.А. Зайцеву, Е.А. Шibaеву, С.В. Юдину и другим коллегам за полезные обсуждения и замечания, а также К.В. Юдину за содействие полевым работам. Статья написана по личной инициативе, без финансовой поддержки.

Список литературы

1. Юдин В.В. Тектоника у источников подземных вод Крыма. // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2025. Том 11 (77). № 3. С.132–148.
2. Амеличев Г.Н., Матюшкин Б.Э. Карст и пещеры северо-восточного обрамления Байдарской котловины (Горный Крым) // Спелеология і Карстологія. 2011. №6. С. 25–35.
3. Геологические памятники Украины. Справочник-путеводитель / Коротенко Н. Е., Щирица А. С., Каневский А. Я и др. Киев, Наукова думка, 1985. 156 с. (на стр. 79).
4. Гидрогеология СССР. Т. 8. Крым / М.: Недра. 1970. 365 с.
5. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:1000000. Третье поколение. Серия Скифская. Лист L–36. Симферополь. Геологическая карта дочетвертичных образований, автор Фиколина Л. А., гл. научный редактор Белецкий С. В. Изд-во ВСЕГЕИ, 2019.
6. Державна геологічна карта України / Масштаб 1:200000. Кримська серія. Аркуші L-36-XXVIII (Євпаторія), L-36-XXXIV (Севастополь). Автори Білецький С.В., Чайковський Б.П. // Пояснювальна записка. Чайковський Б. П. та ін. Київ, Державна геологічна служба, КП «Південкогеоцентр», 2006. 175 с.
7. Дублянский В.Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л.: Наука, 1977. 182 с.
8. Самохин Г.В., Турбанов И.С. Пещера Скельская / Атлас пещер России / гл. ред А. Л. Шелепин. М.: Русское географическое общество, 2019. С. 230–233.
9. Novikova D.A., Kopylovac Yu.G., Chernykha A.V. et al. New Data on Hydrogeochemical and Isotopic Composition of Natural Waters of the Baidar Valley (Crimean Peninsula) / Russian Geology and Geophysics. Novosibirsk State University. 2021. Vol. 62, No. 12, pp. 1401–1421.
10. Токарев С.В., Амеличев Г.Н. Особенности режима карстовых вод в Скельской пещере (Ай-Петринский массив, Горный Крым) и их гидрогеологическая интерпретация // Водные ресурсы. 2024. том 51. № 6. С. 775–789
11. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Монография. Симферополь. ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
12. Юдин В.В. Геология Крыма. Фотоатлас. Симферополь. ИТ «Ариал», 2017. 160 с.
13. Казанцев Ю.В. Тектоника Крыма. М.: Наука, 1982. 112 с.

14. Юдин В.В. О «глубинной гидросфере Крыма» и поисках пресных ювенильных вод // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2022. Том 8 (74). № 1. С. 204–218.
15. Бискэ Ю.С. Надвиговая тектоника юго-западной оконечности Горного Крыма // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7, Геология, вып. 2 (№14). 1997. С. 3–11.
16. Юдин В.В. Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Масштаб 1:200000. Издание второе, дополненное. Санкт-Петербург, Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2018.
17. Юдин В.В. Проблемы основания Ай-Петринского карстового массива в Крыму. М-лы Междунар. научно-практич. конф.: III Крымские карстологические чтения. «Теория и практика современной карстологии и спелеологии». Симферополь, 2021. С. 100–105.
18. Юдин В.В. Тектоника района крымской пещеры Таврида и её генезис // Учёные записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2023. Том 9 (75). № 1. С. 179–197.
19. Ковалев Н.И., Пухлий В.А., Солдатова С.В. Исследование механизма образования подземных пресных вод вблизи магматических очагов потухших вулканов с применением аппаратуры дистанционного резонансно-тестового комплекса «Поиск» // Международный журнал «Инновационная наука» №01-3 Уфа. 2017. С. 277–285.

TECTONICS OF THE SKELSKAYA CAVE AND SPRINGS AREA IN THE SOUTH-WESTERN CRIMEA

Yudin V. V.

*Interregional Public Organization Crimean Academy of Sciences, Simferopol, Russia
E-mail: yudin_v_v@mail.ru*

The relevance of the topic is that the district determines the supply of drinking water to the city of Sevastopol. The purpose of the article is to identify the tectonic association of springs and caves with endogenous and gravigenic structures, which is important for optimizing and predicting water use in the Crimea.

An overview of previous ideas about the tectonics of the region is given. The problem of the correlation of Upper Jurassic limestones and clay-terrigenous strata of the Lower Cretaceous is considered. It is shown that the normal stratigraphic sequence in many sites is tectonically disrupted by gentle gravigenic discharges and endogenous thrusts.

According to the geodynamic model of the structure, the limestone massifs are olistolites and olistoplaks of the Gornokrim olistostroma, which slid down from the south at the end of the Early Cretaceous and were complicated by Cenozoic thrusts. There are 7 proofs of the gravigenic type of contacts at the base of limestone massifs and 3 justifications for the occurrence of Lower Cretaceous clays beneath them.

It is shown that near the of Kolkhoznoye village, the Uzundzha River locally washed the base of the Ai-Petrinsky olistoplak from the underlying clay strata of the Lower Cretaceous. Uzundzha Cave is formed by vertical fractures in the subhorizontal breccia zone at the base of the Upper Jurassic limestone olistolite. Tar-Chokrak-Koba cave and its associated spring, located 300 meters to the northeast, have similar tectonic control.

The Skelsky Vaucluse, the Chernaya spring cave, and small springs near the village of Rodnikovoe are tectonically controlled by chaotic fractures in the subhorizontal zone of gravigenic breccias at the base of the Kurt-Kai town. Below lies a water barrier of younger clay-sand deposits of the Early Cretaceous. The northeastern extension of the Chernaya

ТЕКТОНИКА РАЙОНА СКЕЛЬСКОЙ ПЕЩЕРЫ И ИСТОЧНИКОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ

Cave controls the slope of the roof of the water barrier that we have identified. According to the revealed relief of the base of the Ai-Petrinsky massif, all the springs near the Rodnikovoe village are located in the southwestern part of the Uzundzha depression.

The four-tiered Skelskaya cave was laid not by a "fault", but by gravigenic fractures in the base of the massif. Its large-block piles are formed as a result of the erosion of the breccia base of the olistolite. Karst waters dissolved carbonates and washed out clay rocks from the base of the massif. This occurred most actively through cracks and a shallow breccia zone at the base of the olistolite, which led to gradual subsidence and collapse of limestone blocks.

All the waters of the springs of the Baydarsky district are karst, formed by atmospheric precipitation and controlled by tectonics, which must be taken into account in the long-term development of Sevastopol. The ideas about the flow of deep juvenile waters along the "faults" are not substantiated by anything. There is no deep hypokarst here and intermountain type artesiokarst is developed. It is formed due to the influx of water not from below, but from above, from the east, mainly through brecciated and karst limestone from the base of the more elevated part of the Ai-Petri massif.

Keywords: Crimea, hydrogeology, tectonics, karst, suffusion, springs.

References

1. Yudin V.V. Tektonika u istochnikov podzemnyh vod Kryma. // Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. 2025. Tom 9 (75). № 3. S. 132–148. (in Russian).
2. Amelichev G.N., Matjushkin B.Je. Karst i peshhery severo-vostochnogo obramlenija Bajdarskoj kotloviny (Gornyj Krym) // Speleologija i Karstologija, 2011. №6. S. 25–35. (in Russian).
3. Geologicheskie pamjatniki Ukrainy. Spravochnik-putevoditel' / Korotenko N. E., Shhirica A. S., Kanevskij A. Ja i dr. Kiev, Naukova dumka, 1985. 156 s. (na str. 79). (in Russian).
4. Hidrogeologija SSSR. T. 8. Krym / M.: Nedra. 1970. 365 s. (in Russian).
5. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta RF masshtaba 1:1000000. Tret'e pokolenie. Serija Skifskaja. List L–36. Simferopol'. Geologicheskaja karta dochetvertichnyh obrazovanij, avtor Fikolina L. A., gl. nauchnyj redaktor Beleckij S. V. Izd-vo VSEGEI, 2019. (in Russian).
6. Derzhavna geologichna karta Ukraini/ Masshtab 1:200000. Krims'ka serija. Arkushi L-36-XXVIII (Evpatorija), L-36-XXXIV (Sevastopol'). Avtori Bilec'kij S. V., Chajkovs'kij B. P. // Pojasnjuval'na zapiska. Chajkovs'kij B. P. ta in. Kiiv, Derzhavna geologichna sluzhba, KP «Pivdenekogeocentr», 2006. 175 s. (in Russian).
7. Dubljanskij V. N. Karstovye peshhery i shahty Gornogo Kryma. L.: Nauka, 1977. 182 s. (in Russian).
8. Samohin G.V., Turbanov I.S. Peshhera Skel'skaja / Atlas pesher Rossii / gl. red A. L. Shelepin. M.: Russkoe geograficheskoe obshestvo, 2019. S. 230–233. (in Russian).
9. Novikova D.A., Kopylovac Yu.G., Chernykha A.V. at al. New Data on Hydrogeochemical and Isotopic Composition of Natural Waters of the Baidar Valley (Crimean Peninsula) / Russian Geology and Geophysics. Novosibirsk State University. 2021. Vol. 62, No. 12, pp. 1401–1421.
10. Tokarev S.V., Amelichev G.N. Features of the Karst Water Regime in the Skelskaya Cave (Ai-Petri Massif, the Mountain Crimea) and Their Hydrogeological Interpretation // Water Resources, 2024, Vol. 51, No. 6, pp. 909–921 (in Russian).
11. Yudin V.V. Geodinamika Kryma. Monografija. Simferopol'ju: DIAJPI, 2011. 336 s. (in Russian).
12. Yudin V.V. Geologija Kryma. Fotoatlas. Simferopol': IT «Arial», 2017. 160 s. (in Russian).
13. Kazancev Ju.V. Tektonika Kryma. M.: Nauka, 1982. 112 s. (in Russian).
14. Yudin V.V. O «glubinnnoj gidrosfere Kryma» i poiskah presnyh juvenil'nyh vod // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. 2022. Tom 8 (74). № 1. S. 204–218. (in Russian).

15. Biskje Ju.S. Nadvigovaja tektonika jugo-zapadnoj okonechnosti Gornogo Kryma // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 7. Geologija, vyp. 2 (№14). 1997. S. 3 11. (in Russian).
16. Yudin V.V. Geologicheskaja karta i razrezy Gornogo, Predgornogo Kryma. Masshtab 1:200000. Izd. vtoroe, dopolnennoe. Sankt-Peterburg, Kartograficheskaja fabrika VSEGEI, 2018. (in Russian).
17. Yudin V.V. Problemy osnovanija Aj-Petrinskogo karstovogo massiva v Krymu. M-ly Mezhdunar. nauchno-praktich. konf.: III Krymskie karstologicheskie chtenija. «Teorija i praktika sovremennoj karstologii i speleologii». Simferopol', 2021. S. 100 105. (in Russian).
18. Yudin V.V. Tektonika rajona krymskoj peshhery Tavrida i ejo genezis // Uchjonnye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. 2023. Tom 9 (75). № 1. S. 179–197. (in Russian).
19. Kovalev N.I., Puhlij V.A., Soldatova S.V. Issledovanie mehanizma obrazovanija podzemnyh presnyh vod vblizi magmaticheskikh ochagov potuhshih vulkanov s primeneniem apparatury distancionnogo rezonansno-testovogo kompleksa «Poisk»// Mezhdunar. zhurnal «Innovacionnaja nauka» №01-3 Ufa, 2017. S. 277 285. (in Russian).

Поступила в редакцию 26.05.2025