

УДК 55.551.556(477.75)

ТЕКТОНИКА У ИСТОЧНИКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КРЫМА

Юдин В. В.

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

В Горном Крыму главные источники расположены в основании олистоплак Горнокрымской олистостромы, сложенных верхнеюрскими известняками. Они подстилаются зонами эндогенных и гравигенных брекчий, под которыми залегают водоупорные комплексы более молодых раннемеловых глин, тектонических меланжей и таврического флиша. Положение крупных вклюдов дополнительно обусловлено рельефом подошвы карстовых массивов. К наиболее благоприятным относятся моноклинальные и желобообразные участки подошвы с большой водосборной площадью. Рассмотрена тектоника у крупных источников Предгорного Крыма и мелких на его южном берегу. Представления фиксизма о приуроченности естественных источников к субвертикальным «водопроводящим разломам» и о глубинных ювенильных водах в Крыму — ошибочные.

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

ВВЕДЕНИЕ

Все воды в Горном и Предгорном Крыму (за исключением Северо-Крымского канала и конденсатных) связаны с атмосферными осадками, выпадающими в виде дождя и снега. Они частично стекают по поверхности и частично мигрируют под ней. Это касается и северокрымских артезианских бассейнов. Достоверных данных о глубинных ювенильных водах и проводящих их разломах нами не обнаружено [1].

Источники подземных вод (далее сокращенно источники) общепринято понимают как локальные естественные выходы воды на поверхность Земли или на дно водоема. К ним относятся родники, ключи, включая крупные карстовые вклюды, а на дне водоемов — субаквальные и субмаринные выходы пресных вод. Их питание в Крыму происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, обычно в местах выхода на дневную поверхность основания известняков.

Положение источников обусловлено двумя главными причинами. Первая из них — литологическая. Она связана с выходом на склоновую поверхность у подножия холмов, в оврагах, на берегах рек или озёр водоносного горизонта из песков, галечников или кавернозных известняков, которые подстилаются пластом водоупорных глин, сланцев и других пород. К литологически обусловленным также можно отнести источники, связанные с карстом (растворением крымских известняков) и с суффозией (физическим выносом частичек рыхлых пород). Обычно выходы воды в них нисходящие, безнапорные. Вторая важная причина, определяющая расположения источников связана с тектоническим строением территории. Это относится к зонам брекчирования горных пород в сместителях разрывов разной морфологии, кинематики, амплитуды и генезиса.

Более 100 лет на территории Крыма геологи выделяли многочисленные противоречивые и геометрически нереальные вертикальные прямолинейные «разломы», с которыми связывали миграцию подземных вод [2, 3 и др.]. Большое число и разная направленность положения таких разломов, по представлениям разных авторов, привело к тому, что почти все источники можно было связать с

каким-нибудь из таких нарушений. Однако по определению «разломом» называется разрыв с невыясненной морфологией и кинематикой. Субвертикальные их сместители рисовались лишь из-за незнания и принятия устаревшей гипотезы фиксизма [4 и др.]. *Целью* настоящей статьи является выявление ранее неизученной, конкретной приуроченности источников подземных вод к участкам эндогенного и гравигенного брекчирования в зонах сместителей надвигов и послонных срывов, что крайне важно для оптимизации водопользования в засушливом Крыму.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большая часть территории Горного Крыма у поверхности сложена прокарстованными известняками позднеюрского и меньше раннемелового возраста, которые легко поглощают атмосферные осадки. В отличие от предшествующих представлений, по нашим данным известняковые массивы подстилаются не только стратиграфическими контактами, залегая на более древних отложениях. В большинстве случаев под ними доказаны пологие зоны эндогенных и гравигенных брекчий, под которыми выявлены водоупорные комплексы более молодых раннемеловых глин и тектонических меланжей [4, 5]. Поэтому по нашим данным главные источники подземных вод в Горном Крыму расположены в основании олистолитов и олистоплак Горнокрымской и Массандровской олистостром [4].

Рассмотрим тектоническую приуроченность источников **в восточной части Горного Крыма**. Как видно на рис. 1, большинство из них расположено по периферии известняковых массивов, подстилаемых более молодыми глинистыми отложениями раннего мела, а на юге - флишем таврической формации позднеэриас-среднеюрского возраста. [4, 5, 6 и др.]. В небольшой статье невозможно описать тектонику более 2500 источников подземных вод, отмеченных на топографических картах (<https://crimea-map.com/-m=18/44.90973/35.19021&l=S/Rrd>). Поэтому ниже рассмотрим участки у наиболее представительных и крупных из них.

Воклюз Карасу-Баши, с дебитом до 40 м³/сек, — самый многоводный в Крыму. Он расположен в ущелье на северо-восточном окончании крупного Карабийского массива из верхнеюрских известняков (рис. 1). Вытекающая вода имеет постоянно низкую температуру 9–11°C, что свидетельствует об отсутствии глубинных гидротермальных проявлений. Публикации об этом источнике в основном посвящены географии, истории и гидрогеологии. О тектонике данных почти нет. Много лет считалось, что воклюз обусловлен только литологической причиной и приурочен к стратиграфическому контакту верхнеюрских известняков с нормально перекрывающими их меловыми глинами. Ошибочность таких представлений была обоснована нами ранее [4, 5, 7].

Титонские известняки и нижнемеловые толщи здесь полого, под углами 5–10°, наклонены на ССЗ. Причем известняки расположены гипсометрически выше глин. Зона контакта следует по рельефу, что свидетельствует о ее субгоризонтальном положении (рис. 1А). В основании массива известняки везде, и особенно вблизи источника, сильно брекчированы и довольно полого расланцованы до «чипсов».

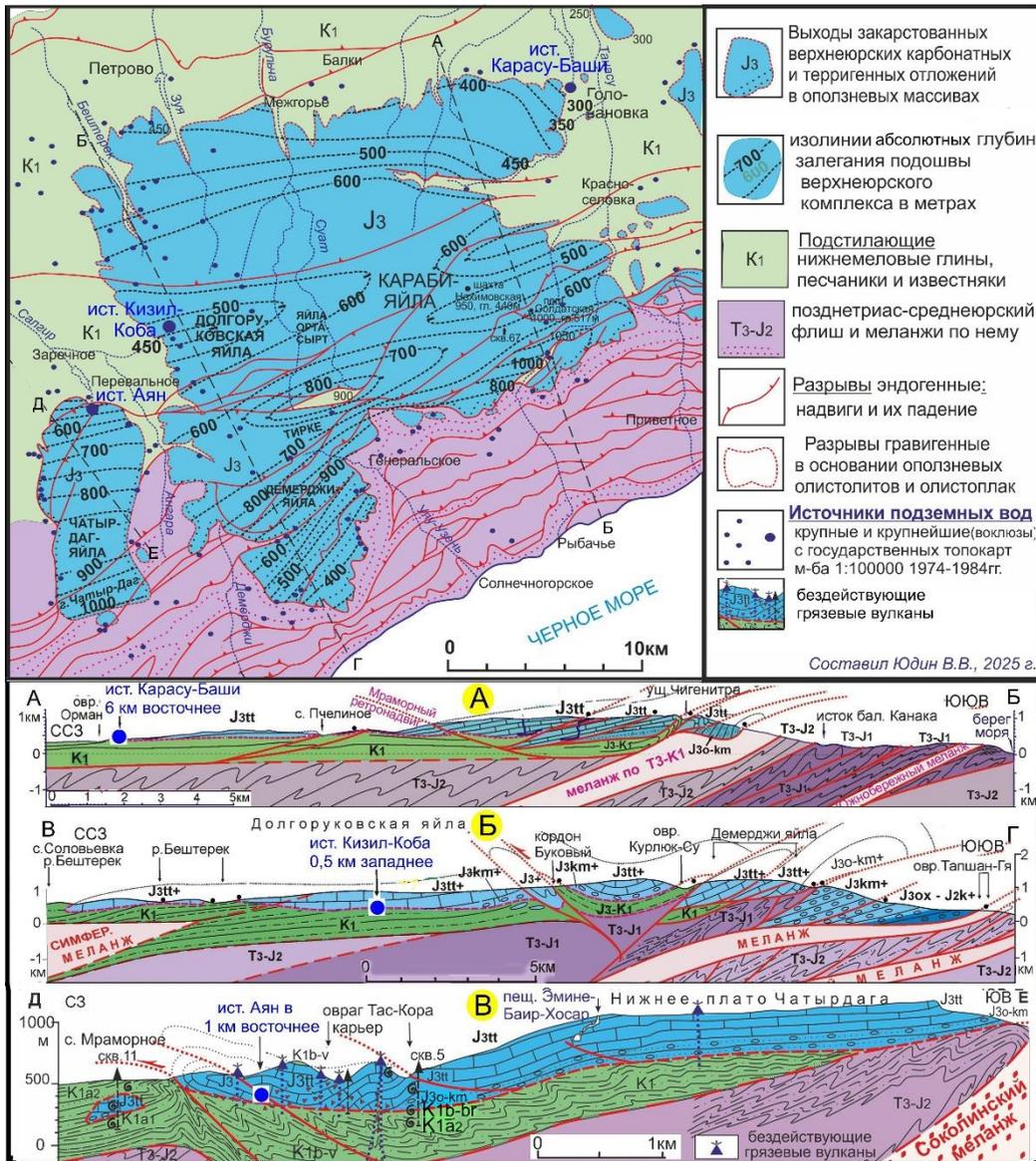


Рис. 1. Карта и разрезы востока Горного Крыма с основными источниками.
Составлено автором.

При перемещении они были разбиты вертикальными трещинами торошения, с которыми локально связаны полости расположенной рядом системы пещеры Су-Учхан-Коба (<https://discover-crimea.ru/priroda/karasu-bashi-probuzhdenie-zverya>).

Севернее и восточнее (ниже вклюдза) выходят породы нижнего мела. В них обнаружены отдельные олистолиты и олистостромовые горизонты из титонских известняков (рис. 1). То есть, контакт в основании массива не нормальный

стратиграфический, а оползневой, гравигенно-тектонический, усложненный неотектоническими надвигами. Он сопровождается субпослойным брекчированием подошвы прокарстованного олистоплака, по которому и перемещаются подземные воды. Оснований для выделения здесь гипотетических водопроявляющих крутых сбросов, грабена и «Молбайского разлома глубокого заложения» не существует [7].

На фото (рис. 2) показано соотношение закарстованных известняков и слабопроницаемых глинистых пород нижнего мела. Очевидно, что контакт субгоризонтальный, с очень пологим наклоном к северу и в плане следует контрастному рельефу. Всё это позволяет без привлечения нереальных «разломов» объяснить положение мощного вклюдза Карасу-Баши, дренирующего карстовые воды с большей части Караби яйлы, что ранее подтверждалось индикаторными опытами методом окрашивания флюоресцеином (ссылки на них см. в статье [7]).

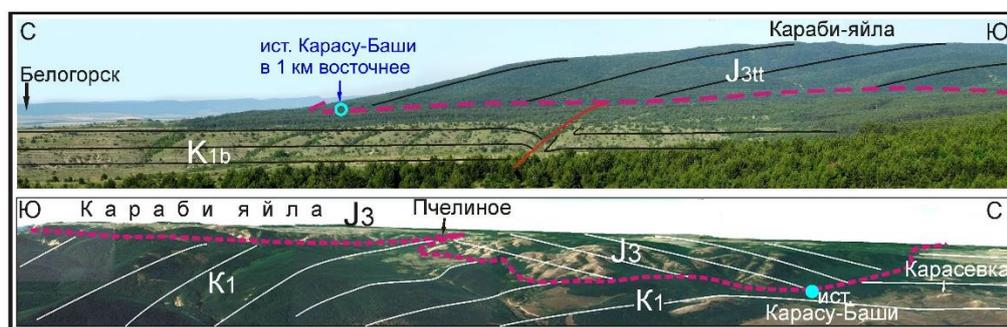


Рис. 2. Гравигенно-тектоническое соотношение верхнеюрских известняков и подстилающих глинистых толщ нижнего мела у вклюдза Карасу-Баши.

Составлено автором.

Таким образом, в районе источника титонские известняки слагают гравигенный аллохтон, под которым выходят более молодые породы нижнего мела. Смещение Карабийского олистоплака с юга на север происходило в конце раннего мела [4]. В неоген-четвертичный период северный борт Молбайской долины был усложнен эндогенным надвигом, усилившим тектоническую переработку в основании аллохтона. Верхнеюрские известняки и конгломераты всего Карабийского массива залегают через гравигенно-тектонический контакт на толще нижнего мела, а при ее пережатии в южной части — на флише таврической серии и среднеюрской молассе [4, 7]. Поэтому, общепринятые представления о том, что под титонскими известняками на севере Карабийского массива залегают породы таврической серии, а толщи нижнего мела везде залегают на верхнеюрских известняках [2, 3], следует считать ошибочными. Такая же тектоническая модель определяет положение выходов подземных вод на западном ограничении Карабийского олистоплака (рис. 1). Рассмотрим наиболее представительные из них.

Вклюдз Кизил-Коба и близлежащие источники приурочены к западному краю Долгоруковской яйлы (рис. 1, 3). Предшествующие представления о тектонике района были весьма противоречивые. Много лет считалось, что этот массив верхнеюрских известняков подстилается более древними юрско-триасовыми

отложениями и перекрывается нижнемеловыми глинами в «Салгирском грабене» [2, 3 и мн. др.]. Такой модели противоречат данные бурения в Салгирской долине и наши исследования, выявившие в основании массива субгоризонтальную и мощную 20-30 м зону брекчий, под которой залегает глинистая толща нижнего мела [4, 5, 6, 7]. Гипотезе Ю. В. Казанцева и некоторых киевских коллег о происхождении этих брекчий в результате эндогенного шарьяжного смещения всего Карабийского массива на север, противоречит отсутствие жил гидротермальных минералов, южная асимметрия структур (рис. 1А) и др. [4]. Низкая температура воды в воклюзе (8–10°C) свидетельствует об отсутствии здесь эндогенной активности и «разломов».

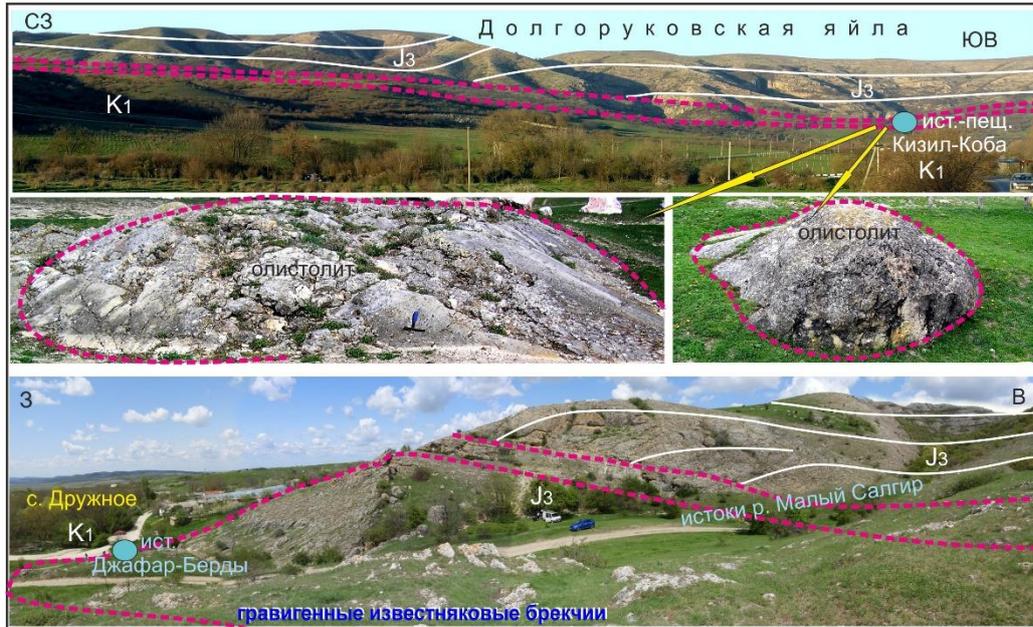


Рис. 3. Приуроченность воклюза Кизил-Коба и источника Джафар-Берды к зоне травянистого послынного срыва с брекчиями и небольшими олистоидитами.

Составлено автором.

Нами выявлено, что тектоническая приуроченность воклюза Кизил-Коба заключается в его положении в основании крупного, 5x15 км, полого наклонного к западу Кизилкобинского прогиба (рис. 1, карта), проявленного только в подошве Долгоруковской яйлы [7, 8]. Реальных вертикальных разломов, в том числе «Центрального глубинного разлома» вдоль западного края массива, контролирующих выход источника по [2, 3 и др.] в горизонтально залегающих толщах нет. Это видно на геологической карте [4, 6, 7], а также в сложных по строению планах и разрезах шестизэтажной 26-километровой Красной пещеры, (https://www.rgo.ru/sites/default/files/media/2022-05-16/krasnaya_gotovo.jpg).

Спелеологами закартированы две главные русловые части пещеры. Одна (северо-восточного простирания) в нашей интерпретации приурочена к основанию Кизилкобинского прогиба. Вторая (юго-восточного простирания) следует общему

наклону подошвы известняков Долгоруковской яйлы. Он обусловлен куэстообразным строением Крымских гор, образованным при поддвигании под них литосферы Черного моря. Эта система, как и все реки Горного Крыма, пересекает выявленные у поверхности надвиги и принадвиговые складки «крымского» северо-восточного простираения. Они показаны в публикациях и в фотоатласе [4, 5, 7].

Многоэтажное строение Красной пещеры вызвано понижением базиса эрозии при тектоническом поднятии территории вследствие квазисубдукции. Поэтому, ныне сухие выходы полостей пещеры можно рассматривать как древнее положение выхода вод и судить об их аналогичной тектонической обусловленности.

Северо-западнее и юго-восточнее от вклюджа вдоль основания известнякового массива расположено много источников (рис. 1). Наиболее известные из них восемь грифонов Джафар-Берды в истоках реки Малый Салгир (рис. 3), три Биштельских, Хой-Чокрак, и др. Все они приурочены к основанию субгоризонтально залегающих верхнеюрских известняков, под которыми залегают водоупорные нижнемеловые глины. У контакта развита зона гравигенно-тектонических брекчий, с небольшими олистолитами, покрытыми зеркалами скольжения (рис. 3). В плане из-за изрезанного оврагами рельефа, она имеет извилистую форму [6].

Пещера-источник Ени-Сала-3 — единственная реально приурочена к разрыву. В ней подземный водный поток в основном протекает по сместителю Мраморного ретронадвиги необычного для Крыма юго-восточного наклона [4]. Так же как и в Кизил-Кобе, сухой вход в эту пещеру расположен гипсометрически выше и раньше был местом выхода воды на поверхность.

На южном крае Карабийского олистоплака многочисленные источники связаны не только с подстилающими гравигенными брекчиями, но и с неоген-четвертичными надвигами северо-восточного простираения (рис. 1) [4, 7]. Брекчированы там не только верхнеюрские известняки и конгломераты, но и залегающий ниже водоупорный комплекс флиша таврической формации и меланжей. При их суффозионном промыве локально формируются малодобитные пересыхающие источники минерализованных сульфатных и гидрокарбонатно-натриевых вод. Они известны южнее Карабийского массива до берега моря (рис. 1).

Чатырдагский массив, расположен западнее (рис. 1) и также имеет гравитационное происхождение. Он представляет собой плоский олистолит (олистоплак) Горнокрымской олистостромы, сползший с юга в конце раннего мела [4]. В неоген-четвертичное время южная и северная части массива были усложнены эндогенными надвигами, которые образовали приразрывные складки и горный хребет Чатырдаг. Северная часть олистоплака в кайнозой была усложнена Мраморным ретронадвигом. Вследствие выявленных в его автохтоне пластичных нижнемеловых глин, современные смещения сопровождались проявлениями грязевого вулканизма [9]. История представлений о тектонике района и детальное обоснование сбалансированной модели строения приведено в публикациях [4, 10].

Аянский вклюдж расположен на севере Чатырдагского массива и контролируется ретронадвигами южного наклона, с которыми связана выявленная нами принадвиговая лежащая антиклиналь Тас-Тау (рис. 4). По геологическим данным в обнажениях Мраморного карьера, а также по результатам бурения двух

скважин, под известняками близ воклюза расположена зона дробления с глиняными диапирами. Ниже залегают более молодые нижнемеловые глины (рис. 1В).

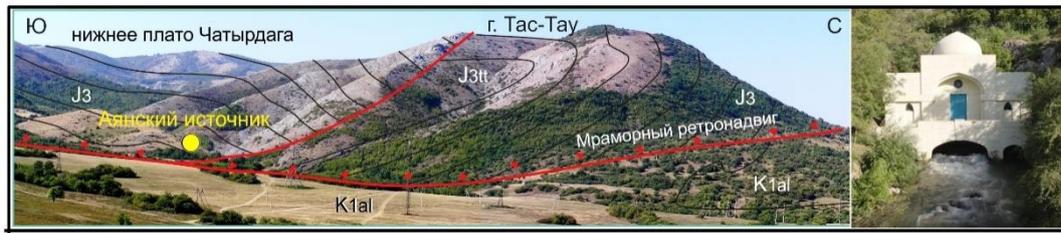


Рис. 4. Тектонический контроль Аянского воклюза.

Составлено автором.

Атмосферные осадки по трещинам, слепым долинам, карстовым воронкам и каррам стекают с яйлы до основания Чатырдагского олистоплака и объединяются в один подземный поток, выходящий в воклюзе. Как видно на карте (рис. 1) подошва массива полого погружается на север с 1000 до 450 метров. Источники по бокам олистоплака многочисленные, но малодебитные. В основном вода собирается вдоль русла подземной Аянской реки. О ее существовании много лет назад рассказывал мой отец В. М. Юдин. В 30-х годах прошлого века он проходил из ныне тупикового конца пещеры Суу-Коба и, перейдя по мосту подземную реку, текущую налево, выходил к узкому окну над обрывом оползневого цирка. Многолетние поиски этого окна и прогнозы его открытия [10] недавно после сильного ливня подтвердились наблюдением напорного водопада, в установленном нами месте, (устное сообщение профессора Б.А. Вахрушева). Подчеркнем, что подземная Аянская река, питающая воклюз, и здесь не течет по «разлому», геологического обоснования которому нет, а следует моноклиальному уклону подошвы карстового массива на север (рис. 1).

В юго-западной половине Горного Крыма тектоническая приуроченность источников сходная. Большинство из них также расположено по периферии верхнеюрских известняковых массивов (рис. 5). Это связано с тем, что закарстованные известняки повсеместно подстилаются гравигенно-тектоническим контактом, который местами усложнен, неоген-четвертичными надвигами и Мраморным ретронадвигом (рис. 5). Ниже залегают водоупорные породы: флиш таврической формации Тз-Ј1-2, среднеюрские молассоидные терригенные толщи, Подгорный меланж, а на западе также доказаны более молодые глинистые отложения раннего мела (см. разрезы на рис. 5), [4, 5, 6 и др.].

Рассмотрим тектоническую приуроченность наиболее крупных и четко структурно выраженных естественных выходов вод на поверхность с северо-востока на запад. Более детальные описания участков приведены в работах [4, 5].

Источник Ай-Йори расположен в 4,5 км к северо-востоку от с. Виноградное Алуштинского района, на северо-восточном склоне г. Чамлы-Даг, ниже проселочной дороги, в 200 м западнее скалы Ай-Йори (рис. 5). В научных, справочных и энциклопедических изданиях ошибочно считается, что он: расположен на склоне горы Ай-Йори, сложенной неудавшимся вулканом — грибообразным или

ТЕКТОНИКА У ИСТОЧНИКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КРЫМА

грушевидным интрузивным лакколлитом с дайками, силами и некками, образованными в трещине земной коры, где закристаллизовались лавовые массы. Южнее расположена крупная гора Чамны-Бурун из вулканических пород, которые якобы образовались в результате поддвига дна Черного моря под Крымские горы. Также безосновательно утверждается, что родник, вытекает по «разлому» из отложений вулканических и сланцевых щербней естественным образом закругленных (https://ru.wikipedia.org/wiki/Ай-Йори_(родник)) и др.

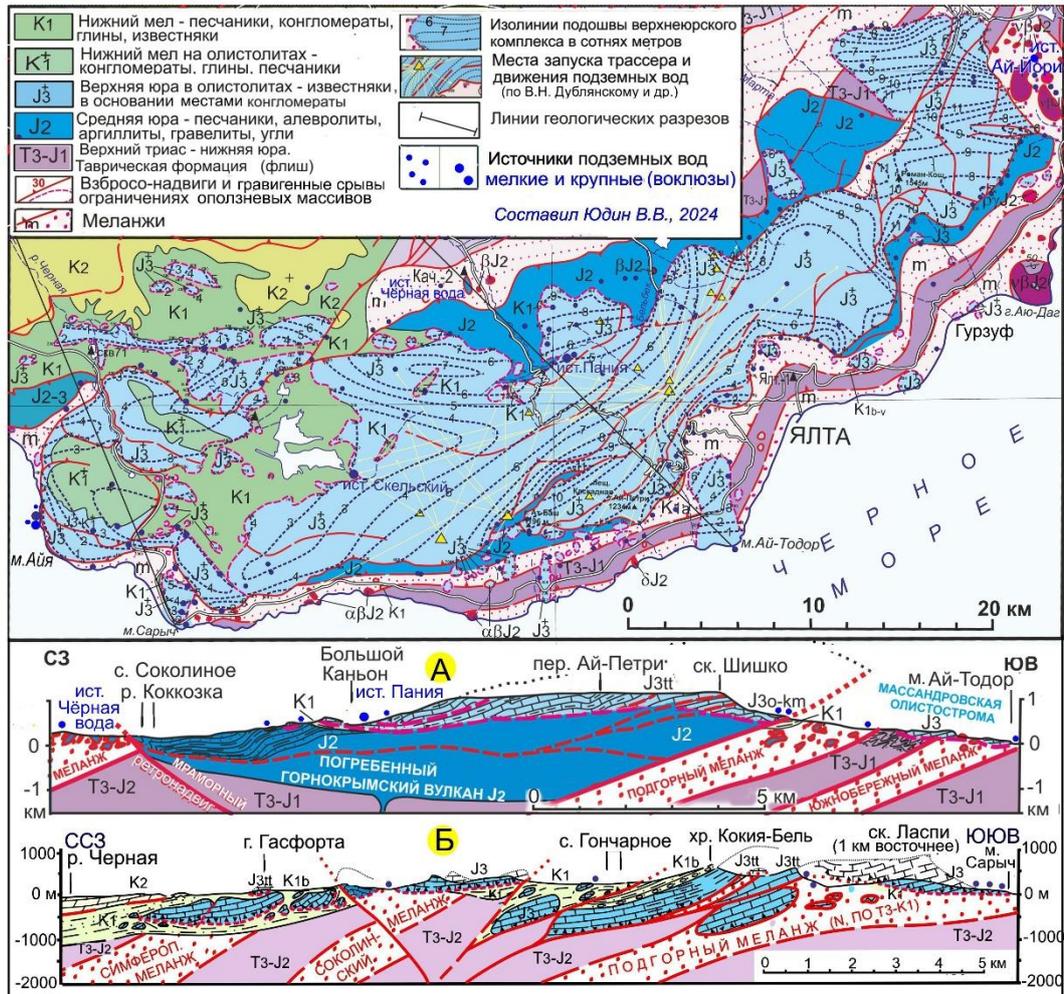


Рис. 5. Карта и разрезы юго-запада Горного Крыма с основными источниками.

Составлено автором.

В действительности, на современной топографической карте гора Ай-Йори расположена на юге хребта Урага, в 3 км южнее источника. Скала с таким же названием расположена на небольшом холме и представляет собой отдельную глыбу,

размерами 150х200 м. Она находится на северном склоне крупного интрузивного массива горы Чамны-Бурун (рис. 5). Отметим, что лава — это магма, излившаяся на поверхность, и в интрузии на глубине быть не может. Возраст внедрения считается среднеюрским, что на 160 млн лет древнее современного поддвижения дна Черного моря под Крым (которых тогда еще и не существовало). Тоже касается не обоснованного «водопроводящего разлома».

Наша принципиально иная тектоническая модель района источника была составлена 28 лет назад [4 и др.]. Она заключается в обосновании здесь регионального, пологого Подгорного тектонического меланжа из обломков разных пород. Магматические разновидности в многочисленных разновеликих глыбах, фрагментарно выходящих в районе очень разные. Они определяются как трахиты, диориты, кварцевые диориты, плагиограниты, диабазы (долериты) и габбро-диабазы, габбро-нориты, кварцевые порфиры и др. Осадочные породы в кластолитах представлены верхнеюрскими известняками, среднеюрскими песчаниками и фрагментами флиша. Форма глыб разная, размеры до 1–5 м. В курумах, на склонах горы Чамны-Бурун, они угловатые и явно обломаны эндогенными силами на краях массива. В участках слабо обнаженного передробленного матрикса хаотично расположены полуокатанные кластолиты (до 10–20 и более метров), а также уникальные «глыбы-шары» с диаметром 1–6 м. Последние мы интерпретируем как тектонические закатыши, образованные при галтовке в Подгорном шарьяжном меланже. Севернее и восточнее на поверхность хаотично выходят 8 крупных кластолитов, размерами до первых сотен метров. Вследствие большей твердости пород, они образуют отдельные холмы (Деве-Даг, Чунгур-Кая, Терс-Хыр и др.). Вместе с более мелкими глыбами они формируют характерные для меланжей «пипочные формы рельефа».

Небольшие хорошо окатанные обломки под источником Ай-Йори представляют собой валуны из дезинтегрированной оксфорд-киммериджской молассы, обнаженной южнее и восточнее. Выше, вдоль дороги, расположены крупные тектонические закатыши из диоритов среди дресвы из алевролитов.

Матрикс меланжа представлен хаотически смятыми, черными часто ороговикованными алевролитами и песчаниками таврической формации. В них встречаются мелкие жилки кварца, проявления алуштита и хлорита. Рассланцевание в матриксе пологое, с наклонами до 30° на северо-запад. Оно отражает положение тектонического контакта в основании массивов Бабуган-Яйлы и Чамны-Бурун. О том же свидетельствует извилистая форма кровли Подгорного меланжа на карте, которая следует изолиниям горного рельефа. Местами в районе источника обнажены «мягкие кластолиты» — небольшие фрагменты не полностью передробленного флиша, а также дуплексированные надвигами обломки слоев среднеюрских песчаников с растительным детритом. Из-за хаотического строения нормальные складки, моноклинали и другие реальные структуры, а также значительные выходы однотипных пород, здесь отсутствуют.

«Коллекция» осадочных и магматических пород, по которым под землей проходит вода источника Ай-Йори, отражается на составе растворенных в ней солей. Гидрогеологами выявлена интересная закономерность. В паводки вода изливается

пресная, гидрокарбонатно-кальциевая, а в межень — слабominеральная хлоридная магниевно-натриевая с большим набором микроэлементов.

С позиций меланжевой модели строения это объясняется так. Изначально вода источника накапливается и стекает из карстовых полостей Бабуган-Яйлы. От края массива до источника Ай-Йорй (3 км вниз по горному склону на северо-восток) вода карстового генезиса проходит по подземному суффозионному каналу в бескарбонатных образованиях делювия и меланжа. В паводки она пресная, карстовая. В межень происходит более длительное растворение многообразных по составу пород Подгорного меланжа, и вода становится слабominеральной. То есть, генетически источник Ай-Йорй суффозионно-карстовый. Он обусловлен положением у края бескорневых кластолитов горы Чамны Бурун и скалы Ай-Йорй в Подгорном меланже и питается карстовыми водами Бабуганского массива. Оснований для выделения здесь гипотетических вертикальных водопроводящих «разломов» нет и данных о глубинных термальных водах тоже.

Схожий генезис имеет минеральный **источник Чёрная вода**, расположенный в 3 км северо-западнее от села Соколиное в другом меланже. Во всех публикациях декларируется, что вода там выходит из «глубинного разлома» и «из глубинных горизонтов сланцев таврической серии». На самом деле ни одного из 4-х признаков «глубинного разлома» там нет. Источник выходит из зоны регионального надвигового Соколинского меланжа, осложненного на юге Мраморным ретронадвигом, по которому надвинуты среднеюрские песчаники и алевролиты (рис. 3, карта и разрез А). Различный состав воды и газов в трех грифонах источника и в расположенной в 10 м неглубокой скважине, объясняется выщелачиванием очень разных по составу глыб и матрикса Соколинского меланжа [4]. Он состоит из перedробленных терригенных и вулканогенных пород с возрастом Т3–J2 и К1.

Многочисленные источники вдоль южного края Ай-Петринского массива от Бабуган-Яйлы до мыса Айя, связаны с зоной надвига (рис. 5). На их дебит существенно влияет выявленная нами сложная морфология основания массива [11]. Так, на юго-востоке в полосе, шириной 2–5 км, подошва олистоплака имеет уклон к морю (рис. 5). Причем у поверхности известняки в этой полосе наоборот, наклонены на северо-запад под углами 10–40° и осложнены надвигами [5, 6, 11].

Похожая тектоника определяет положение многочисленных мелких и крупных источников на северо-западном крае Ай-Петринского олистоплака (рис. 5). Главным фактором там является положение в зоне прокарстованных гравигенных брекчий в основании массива и форма его подошвы. Это связано с тем, что олистоплак подстилается водоупорными глинисто-терригенными породами таврического флиша, среднеюрской молассы и локально доказанным в ряде участков глинами нижнего мела (рис. 5). Крупные вклюдзы (Пания, и Скульский) также не связаны с «разломами», которые противоречиво рисовали на месте их расположения. Они обусловлены моноклинальным уклоном подошвы массива к северо-западу (рис. 5). Полевыми исследованиями и дешифрированием хорошо обнаженных на яйле известняков, «разломов» через вклюдзы не обнаружено [4, 5]. Это подтверждается и трассерами движения подземных вод (рис. 5)

Кроме описанных выше, на южном склоне Главной гряды известны многочисленные малодобитные пересыхающие источники в основании небольших оползневых массивов Массандровской олистостромы [4]. Наиболее известные из них, Могаби и Ласпи, окружены мелкими выходами подземных вод (рис. 5). В основании оползающих олистолитов из верхнеюрских известняков также расположена зона брекчирования и хаотической трещиноватости, а ниже — водонепроницаемые породы смятого таврического флиша и меланжей по нему.

Субмаринные источники на дне Черного моря выявлены в участках, где крупные массивы или хаос обломков из оползающих к морю верхнеюрских известняков Массандровской олистостромы подступают к берегу (рис. 5). Малодобитные источники такого типа известны у мыса Сарыч и Ай-Тодор, у поселков Гурзуф и Бондаренково. Их связь с эндогенными разломами в основании, сложенном глинистыми породами Южнобережного меланж отсутствует.

Подводные источники у мыса Айя — наиболее известные и изученные в Крыму. Пресная вода дебитом в разные годы от 4 до 10 тыс. м³/сут. выходит из основания высоких обрывов верхнеюрских известняков в 300-метровой береговой зоне севернее небольшого мыса Пелекетто (в 1600 м к северо-западу от самого мыса Айя), [12-14 и др.] Гидрогеологами установлены 14 неглубоких подводных источников в восьми гротах и небольших пещерах. Кроме того, в 30-50 м от основания обрывов на глубинах 20–55 м на пологом песчаном дне обнаружено еще 10 выходов опреснённых вод (<https://mardasov.ru/category/wrecks/>).

Представления о тектонике этого района были дискуссионные и противоречивые. Мнения о связи субаквальных источников с реальными структурами схематично базировались на устаревшей концепции фиксизма и не отражали реальные тектонические структуры [2, 3 и др.] По-разному выделяемые прямолинейные линеаменты необоснованно считались водопроводящими «сбросовыми разломами». Пример тому «Биюк-Синорский сбросо-сдвиг», считавшийся водоконтролирующим для этих субаквальных источников.

100-летнее представление о стратиграфическом контакте в основании верхнеюрского карбонатного комплекса по итогам нашей проверки оказалось ошибочным [4, 6]. Южнее мыса Айя подошва известняков полностью отпрепарирована абразией [5, стр. 19, 20, 21]. Там четко видна многометровая зона субгоризонтального тектонического расщепления и брекчирования известняков, под которой залегает не стратон средней юры, а матрикс Подгорного меланжа.

В нашей интерпретации тектоника района субаквальных источников севернее мыса Айя следующая. В высоких вертикальных обрывах обнажена зона западного основания крупного, 8x10 км олистолита Кокия-Бель [4]. Массив сложен верхнеюрскими известняками и конгломератами. Они стратиграфически перекрыты породами нижнего мела, которые сползли в составе Горнокрымской олистостромы [4]. Обе толщи падают на север-северо-восток под углами 10–40° [6].

Подошва же олистолита наоборот, полого погружается на запад с высоты 400 м на востоке до уровня моря и на 50 м ниже его у м. Айя (рис. 5). Гравигенные брекчии и многочисленные разнонаправленные трещины торошения в основании массива образовались при оползании с юга в конце раннего мела. В кайнозой они были

усложнены надвигами северного и ретронадвигами южного наклона с региональным Подгорным меланжем. Прохождения поверхностных сейсмических волн при крымских землетрясениях сформировали трещины отпора параллельно обрывам берега. Все это обусловило хаотическую трещиноватость в районе источников, влияющую на положение водоносных карстовых полостей (рис. 6).

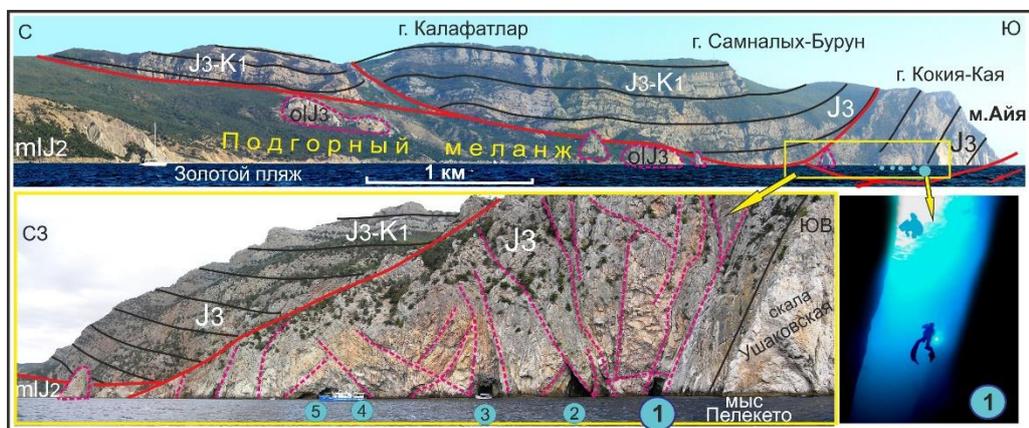


Рис. 6. Тектонические структуры близ субаквальных источников севернее мыса Айя. 1–5 гrotты с выходами пресных вод; 1 — Большой, 2 — Екатерины, 3 — Боковой, 4 — Дыхание Дракона, 5 — Зубчатый (условные обозначения см. на рис. 1 и 5).

Составлено автором.

Общий тектонический контроль источников заключается в их положении во фронтальной зоне высокоамплитудного надвига (шарьяжа), подстилаемого водонепроницаемыми глинистыми породами Подгорного меланжа. Микстит выходит на поверхность южнее и севернее вертикальных береговых обрывов [5], (рис. 6) Атмосферные осадки стекают по трещинам и карстовым полостям известнякового массива и концентрируются у его основания. Выходы пресной воды приурочены к наиболее погруженной части подошвы олистолита (рис. 5, 6 верхний разрез). Подчеркнем, что южнее Ушаковской скалы в высоких обрывах на расстоянии 1 км в известняках присутствуют многочисленные гrotты-трещины даже большего размера, чем Большой гrotт, но источников в них нет. Это связано с поднятием подошвы олистолита и стоком воды в наиболее опущенную его часть.

То есть, главный источник «Большой гrotт» приурочен к основанию хаотических субвертикальных трещин торошения в брекчированных верхнеюрских известняках севернее менее нарушенной рифогенной Ушаковской скалы [5, 6]. Диаклазы хорошо видны с моря (рис. 6) и в клипах подводных съемок. «Разлома» здесь нет. Один надвиг проходит ниже, по подошве олистолита, второй — расположен выше (рис. 5, 6).

Источники Предгорного Крыма связаны с иными тектоническими условиями и породами. Главной структурой там является Куэстовая моноклираль из карбонатных мел-кайнозойских пород, которые полого, под углами 5–15°, наклонены

на север-северо-запад. Традиционно считалось, что моноклиналь почти не нарушена разрывами. Исключениями были противоречивые и бездоказательные поперечные и диагональные субвертикальные «водоносные тектонические разломы», которые много лет и поныне выделяются на авторских и государственных гидрогеологических и геологических картах [2, 3, 15 и др.].

Нами в основании меловых отложений вдоль плоскости стратиграфического углового несогласия с киммерийским структурным этажом и выше, почти повсеместно обнаружены продольные субпослойные надвиги, сопровождаемые локальными принадвиговыми складками. Их крылья наклонены до углов 40–70°. [4, 5, 6]. На основании комплекса данных вдоль всего Предгорного Крыма был выделен молодой неоген-четвертичный субпослойный Подкуэстовый надвиг пологого северного наклона [16]. Он сопровождается брекчированием и тектонизацией нижнемеловых известняков, песчаников, гравелитов и глин. Горизонтальная амплитуда разрыва составляет от сотен метров на западе, до первых километров на востоке Крыма. Вследствие современной активности и брекчирования, зона надвига представляет собой водопрводящую зону, полого наклоненную на ССЗ. В условиях расчлененного рельефа её выход на поверхность имеет извилистую форму. На возвышенных участках зона разрыва поглощает атмосферные осадки и поверхностные воды, формируя на глубине севернее, водоносный горизонт артезианских бассейнов Равнинного Крыма.

В пониженных участках между Главной и Внутренней грядами гор Подкуэстовый надвиг контролирует выходы многих источников. Примеры тому описаны в публикациях [4, 5, 16, 17]. Например, родник водозабора Вербочки (в 1,5 км к ЮЗ от села Трудюлюбовка) приурочен к тектоническому контакту основания нижнемеловых известняков и подстилающего Симферопольского меланжа с глинистым матриком (рис. 7). Водопрводящие брекчии вскрыты восточнее в Первомайском карьере, где видна разная по толщине зона брекчированных известняков (рис. 7А, фото справа).

Другой пример, у села Высокое, детально описан в статье [17], (рис. 7-Б). Серия родников там приурочена не к вертикальному «разлому», а к пологому тектоническому контакту нижнемеловых конгломератов и известняков с подстилающим их глинистым Мартовским меланжем. Похожий тектонический контроль источников субпослойными надвигами развит в кровле глинистых нижнемеловых отложений, у с. Радостное, под горой Кубалач и др.

В заключение нельзя не отметить очень сложную тектонику у многочисленных малодобитных пересыхающих источников минерализованных сульфатных и гидрокарбонатно-натриевых вод из таврического флиша, терригенных пород средней юры и меланжей по ним на всем Южном склоне гор до береговых клифов и литорали (рис. 1, 5). Хаотические и складчато-надвиговые структуры в этой зоне хорошо изучены [4, 5, 6, 7, 8 и др.]. Оснований для рисовки вертикальных «водопрводящих разломов» [2, 3, 15 и др.] не обнаружено. Эти источники связаны с суффозией в принадвиговых тектонитах и с трещинами торошения в результате прохождения приповерхностных сейсмических волн [4].



Рис. 7. Источники, приуроченные к Подкузетовому надвигу: А — в селе Трудолюбовка (у реки Бодрак), Б — в селе Высокое (в бассейне реки Бельбек).
Составлено автором.

ВЫВОДЫ

1. В Горном Крыму главные естественные источники подземных вод расположены в основании массивов из верхнеюрских известняков (олистолигов и олистоплак Горнокрымской и реже Массандровской олистостром). Они подстилаются зонами эндогенных и гравигенных брекчий, под которыми расположены водонепроницаемые комплексы более молодых раннемеловых глин, а также тектонических меланжей и таврического флиша. В основании карстовых массивов источники приурочены к послойным брекчиям, к полого залегающим кавернозным слоям, и реже — к вертикальным трещинам торошения, образованным при перемещении по подстилающим разрывам.

2. Положение крупных включов дополнительно контролируется рельефом подошвы карстовых массивов с большой водосборной площадью. К наиболее благоприятным относятся крупные моноклинали подошвы (как для включов Аянский, Карасу-Баши) и такие же участки её прогибов (Кизил-Кобинский, Айя). Карстовые воды — пресные, а минерализованные образуются при растворении ими разных по составу осадочных и магматических пород в зонах меланжей.

3. Традиционные представления фиксизма о приуроченности естественных источников к субвертикальным «разломам» — ошибочны. Подтверждений вертикальных прямолинейных «водопроводящих разломов», противоречиво

выделяемых разными авторами в течение многих лет, не обнаружено. То же касается ювенильных вод. Мнения в печати, что подземные воды в Крыму в огромных объемах поднимаются с больших глубин по «водопродводящим разломам» и могут быть использованы для питьевых и хозяйственных нужд — заблуждение [1].

4. В последние годы в Крыму идет очень активное строительство городов и курортных поселков с резким ростом числа новых жителей и рекреантов. При этом мы можем рассчитывать только на атмосферные осадки с территории полуострова. Только они наполняют реки, источники и подземные воды, в том числе артезианских бассейнов. В предстоящие засушливые годы активное строительство и заселение Крыма может привести к серьезным экологическим проблемам, при которых рассчитывать на ювенильные источники глубинных вод не следует.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность Б.А. Зайцеву, С.В. Юдину, Е.А. Шибяеву и другим коллегам за полезные обсуждения и замечания. Статья написана по личной инициативе, без финансовой поддержки, за свой счет.

Список литературы

1. 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.
2. Геология СССР. Т. 8. Крым. Ч. 1. Геологическое описание / М.: Недра, 1969. 575 с.
3. Гидрогеология СССР. Т. 8. Крым. М.: Недра. 1970. 365 с.
4. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Монография. Симферополь, ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
5. Юдин В.В. Геология Крыма. Фотоатлас. Симферополь. ИТ «Ариал», 2017. 160 с.
6. Юдин В.В. Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Масштаб 1:200000. Изд. второе, дополненное. Санкт-Петербург, Картограф. фабрика ВСЕГЕИ, 2018.
7. Юдин В.В. Тектоника Карабийского массива в Крыму // Ученые записки Крымского федерального университета. География. 2019. Том 5 (71). №1. С. 270–302.
8. Юдин В.В. Проблемы основания Чатырдагского и Караби-Долгоруковского карстовых массивов в Крыму. М-лы Всероссийской научно-практич. конф. II Крымские карстологические чтения. «Изучение и использование естественных и искусственных подземных пространств и закарстованных территорий». Симферополь, 2018а. С. 14–19.
9. Юдин В.В. Грязевой вулканизм в Горном Крыму // Доклады РАН, М., 1995. т. 341. № 3. С. 395–398.
10. Юдин В.В. Тектоника карстового массива Чатырдаг в Крыму // Спелеология и карстология. № 8. 2012. С. 5–17.
11. 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.
12. Юровский Ю.Г., Юровская Т.Н. Субмаринная разгрузка трещинно-карстовых вод в юго-западном Крыму // Геологический журнал. 1986. Т. 46. № 3. С. 58–63.
13. Юровский Ю.Г. Подземные воды шельфа задачи и методы изучения. Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. 148 с.
14. Каюкова Е.П., Юровский Ю.Г. Водные ресурсы Крыма // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2016. № 1. С. 25–32.
15. 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.

16. Юдин В.В. Подкуэстовый надвиг Крыма. / «Полевые практики в системе высшего профессионального образования», IV Международная конференция. Тезисы докл. Крым, с. Трудолюбовка 29.07-6.08.2012. Симферополь, ДИАЙПИ, 2012. С. 87–89
17. Юдин В.В. Тектоника Бельбекского района в Крыму // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. Том 6 (72). №2. 2020. С. 338–360.

TECTONICS AROUND THE SOURCES OF UNDERGROUND WATERS OF CRIMEA

Yudin V. V.

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

The purpose of the article is to identify the specific proximity of groundwater sources to areas of certain tectonic structures, which is extremely important for optimizing water use in the arid Crimea. The tectonic structure is considered near the most representative natural water outlets near the surface and in the adjacent water area of the Black Sea. It is shown that the sources are confined to the zones of brecciation of rocks in the displacers of shallow fractures of different morphology, kinematics, amplitude and genesis.

Maps, photos, and sections show and describe the tectonics around large sources of various types of floodgates: Karasu-Bashi, Kizil-Koba, Yeni-Sala-3, Ayansky, Ai-Yori, and subaqueous ones near Cape Aya. The sources of the Foothill Crimea caused by the gentle Podkuestovym thrust of the northern slope (at the villages of Vysokoe, Trudolyubovka, Veseloe), as well as low-flow drying outflows of suffusion waters in terrigenous rocks of the Tauride Formation and in melanges, are considered separately.

In the Mountainous Crimea, the main springs are located at the base of massifs of Upper Jurassic limestones (olistolites and olistoplak of the Gornokrymskaya and lesser Massandra olistostrom. They are underlain by zones of endogenous and gravigenic breccias, under which water-resistant complexes of younger Early Cretaceous clays, tectonic melanges, and older rocks are located. At the base of the karst massifs themselves, the sources are confined to the lithological differences of the hollow layers and less often to vertical fractures formed during movement along the underlying sublayer flates.

The position of large floodgates is additionally determined by the revealed relief of the foot of karst massifs with a large catchment area. The most favorable ones include large monoclines in the base (for example, the Ayansky and Karasu-Bashi vaucuses), as well as the bases of trough-shaped sections (Kizil-Kobinsky, Aya).

The traditional ideas of fixism about the association of natural sources with subvertical "faults" are erroneous. No evidence has been found for the previously identified vertical rectilinear "plumbing faults", which have been inconsistently identified by different authors for many years. The same applies to deep juvenile waters. Declarations in the press that groundwater in Crimea rises in huge volumes from great depths along "plumbing faults" and can be used for drinking and household needs are a dangerous misconception [1].

In recent years, there has been a very active construction of cities and resort towns in Crimea, with a sharp increase in the number of new residents and recreationalists. At the same time, it should be understood that we can only rely on precipitation from the peninsula.

They are the only ones that fill springs and groundwater, including artesian basins. In the coming dry years, the active construction and settlement of Crimea will lead to serious environmental problems, and one should not rely on juvenile sources of deep waters.

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

References

1. Yudin V.V. O «glubinnoj 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. pp. 204–218.
2. Geologija SSSR. T. 8. Krym. Ch. 1. Geologicheskoe opisanie / M.: Nedra, 1969. 575 p.
3. Gidrogeologija SSSR. T. 8. Krym. M.: Nedra. 1970. 365 p.
4. Yudin V.V. Geodinamika Kryma. Monografija. Simferopol', DIAJPI, 2011. 336 p.
5. Yudin V.V. Geologija Kryma. Fotoatlas. Simferopol'. IT «Arial», 2017. 160 p.
6. Yudin V.V. Geologicheskaja karta i razrezy Gornogo, Predgornogo Kryma. Masshtab 1:200000. Izd. vtoroe, dopolnennoe. Sankt-Peterburg, Kartograf. fabrika VSEGEI, 2018.
7. Yudin V.V. Tektonika Karabijskogo massiva v Krymu // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta. Geografija. Geologija. 2019. Tom 5 (71). №1. S. 270–302.
8. Yudin V.V. Problemy osnovanija Chatyrdagskogo i Karabi-Dolgorukovskogo karstovyh massivov v Krymu. M-ly Vserossijskoj nauchno-praktich. konf. II Krymskie karstologicheskie chtenija. «Izuchenie i ispol'zovanie estestvennyh i iskusstvennyh podzemnyh prostranstv i zakarstovannyh territorij». Simferopol', 2018a. pp. 14–19.
9. Yudin V.V. Grjazevoj vulkanizm v Gornom Krymu // Dokl. RAN, M., 1995. t. 341. № 3. pp. 395–398.
10. Yudin V.V. Tektonika karstovogo massiva Chatyrdag v Krymu // Speleologija i karstologija, № 8, Simferopol', 2012. pp. 5–17.
11. 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. pp. 100–105.
12. Yurovskij Yu. G., Yurovskaja T. N. Submarinnaja razgruzka treshhinno-karstovyh vod v jugo-zapadnom Krymu // Geologicheskij zhurnal. 1986. T. 46. № 3. pp. 58–63.
13. Yurovskij Yu. G. Podzemnye vody shel'fa zadachi i metody izuchenija. Simferopol': DIAJPI, 2013. 148 p.
14. Kajukova E.P., Yurovskij Yu.G. Vodnye resursy Kryma // Geojekologija, inzhenernaja geologija, gidrogeologija, geokriologija. 2016. № 1. pp. 25–32.
15. 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.
16. Yudin V. V. Podkujestovyy nadvig Kryma. / «Polevye praktiki v sisteme vysshego professional'nogo obrazovanija», IV Mezhdunarodnaja konferencija. Tezisy dokl. Krym, s. Trudoljubovka 29.07-6.08.2012. Simferopol', DIAJPI. 2012a. pp. 87–89
17. Yudin V.V. Tektonika Bel'bekskego rajona v Krymu. // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. Tom 6 (72). №2. 2020. pp. 338–360.

Поступила в редакцию 03.03.2025