

УДК 551:556.3(477.75)

НОВЕЙШАЯ ТЕКТОНИКА РАВНИННОГО КРЫМА В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМАМИ ЕГО ВОДОНОСНАБЖЕНИЯ

Н.В. Макарова¹, В.М. Макеев², И.В. Галицкая², Т.В. Суханова¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

²Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева РАН, Москва

Поступила в редакцию 20.04.18

Рассматривается новейшая тектоника Равнинного Крыма, влияющая на распределение поверхностных и подземных вод. Выделены структуры разного ранга: крупные блоки, а в их пределах зоны поднятий и зоны относительных опусканий, состоящие из цепей складок; определены их возраст, амплитуды и тенденции современного развития и деформации основных горизонтов подземных вод. Предполагается существенное влияние глубинных процессов, происходящих при поддвиге Черноморской плиты под Крымский полуостров, и сдвиговых деформаций при формировании новейшей структуры Равнинного Крыма.

Ключевые слова: подземные воды, новейшие структуры, зоны поднятий, зоны опусканий, складки, разломы, линеаменты, Крым.

Makarova N.V., Makeev V.M., Galitskaya I.V., Sukhanova T.V. Neotectonics of Plain Crimea in connection with problems of water supply. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2018. Volume 93, part 3. P. 3–11.

Neotectonics of the Plain Crimea affecting the distribution of surface and groundwater is considered. Allocated structures of different rank: major blocks and the zones of elevations, and areas of relative subsidence, consisting of chains of folds; determined by their age, amplitude and trend of modern development and deformation of the main groundwater horizons. It is expected a significant influence of the deep processes occurring during Black Sea plate subduction beneath the Crimean Peninsula and shear deformations in the development of the modern structure of the Plain Crimea.

Key words: groundwater, newest structure, zones of uplifts, zones of subsidence, folds, faults, lineaments, Crimea.

Проблема обеспечения Крыма пресной водой существовала всегда, однако обострение ситуации произошло в 2014 г. после перекрытия Северо-Крымского канала, когда возник дефицит водоснабжения и полуостров стали переводить на внутренние источники. Особую актуальность приобрело обеспечение населения пресной водой хорошего качества, в связи с чем активизировались поиски и разведка месторождений подземных вод и обоснование рациональной эксплуатации водозаборов. В значительной степени условия накопления воды и сохранности водоносных горизонтов зависят от структурно-геологических особенностей территорий. Основные месторождения подземных вод в пределах Равнинного Крыма приурочены к крупным новейшим структурам – прогибам и поднятиям, современное развитие которых изменяет их водообильность. Развитие локальных складчатых структур ведет к деформациям грунтовых и более глубоких водоносных горизонтов, что также влияет на их состояние и водообильность. Понижение горизонтов грунтовых вод под уровень моря на прибрежных прогибающихся участках способствует их засолению. Повышенная трещиноватость пород

в областях питания улучшает условия инфильтрации атмосферных осадков и речных вод в водоносные подземные горизонты. Предполагается, что к зонам некоторых активных разломов могут быть приурочены пресные подземные воды, поступающие из более глубоких горизонтов осадочного чехла к поверхности или поставляемые из предгорной части. Все это еще раз указывает на большое значение новейшего тектонического строения территории Равнинного Крыма и его влияние на общее состояние основных источников подземных вод, их запасов, возможного засоления. В связи с этим ниже дана краткая характеристика основных новейших тектонических структур и гидрогеологических условий Равнинного Крыма.

Общая неотектоническая структура Равнинного Крыма

Основные сведения о строении Крымского полуострова принадлежат М.В. Муратову, изучавшему его в течение многих лет, начиная с конца тридцатых годов прошлого века (Геология..., 1969). Он подробно описал всю Причерноморскую область,

выделил в ней крупные поднятия и прогибы. Им была также установлена молодая платформа, являющаяся основанием Равнинного Крыма, названная Скифской. Систему многочисленных складок на Тарханкутском полуострове он объединил в одноименный вал.

Многочисленные работы по тектонике проводились в Равнинном Крыму в связи с поисками месторождений нефти и газа, а также воды. Основные работы относятся к пятидесятым и шестидесятым годам прошлого столетия. Результаты исследований, не потерявшие значения до настоящего времени, освещены в статьях, монографиях, трудах нефтяных институтов, обобщены в VIII томе «Геологии СССР» (1969). Были составлены многочисленные тектонические схемы – общие для всего Равнинного Крыма и детальные для отдельных локальных структур. Проблемой остаются различные представления о сети основных разрывных нарушений, в том числе глубинных. Эта проблема еще более усилилась с появлением схем дешифрирования космических снимков (Кац и др., 1981; Космическая..., 1983; Распопова и др., 1984; Борисенко и др., 1988; Пасынков и др., 1992 и др.). Наряду с ранее известными разломами реконструирована густая сеть линеаментов, отождествляемых, часто бездоказательно, с разломами.

С конца 70-х – начала 80-х гг. прошлого века в тектонике Крыма, в том числе Равнинного, некоторые исследователи (Казанцев, 1982; Юдин, 1994, 2011 и др.) большое значение стали придавать горизонтальным движениям и созданным ими структурам. Однако многие исследователи считают необоснованным выделение в Крыму многочисленных надвигов, взбросов, сутур и прочих тектонических нарушений (Борисенко..., 1997 и др.). Представления школы геологов Московского университета о геологической структуре и эволюции Крыма отражены в недавней публикации (Nikishin et al., 2015). Так что этот вопрос остается дискусс-



Рис. 1. Космический снимок Крымского полуострова, сделанный с орбитальной станции «Салют-4»

онным. В то же время многие покровно-шарьяжные структуры Горного Крыма отражены на тектонической карте Украины масштаба 1:1 000 000, составленной в 2007 г.

В начале новейшего тектонического этапа в позднем олигоцене – раннем миоцене в Равнинном Крыму преобладали морские условия с накоплением глинистых толщ майкопской серии. Наибольшие ее мощности, превышающие 1000 м, характерны для северной и восточной частей равнины, а наименьшие – для центральной и южной ее частей, что свидетельствует о существовании уже в это время основных поднятий и прогибов. В последующем движения были дифференцированными: опускания неоднократно сменялись поднятиями и формированием конседиментационных складок. Некоторые поднятия появились в рельефе в среднем и позднем миоцене. Но основной импульс движений приходится на плиоценовое и четвертичное время. В целом амплитуда поднятий, выраженных в современном рельефе Равнинного Крыма, составила всего 100–150 м (Карта новейшей..., 1997).

Общая новейшая структура всего Крымского полуострова наиболее отчетливо видна на космическом снимке (рис. 1) и топографических картах. Она представляется в виде четырех субширотных блоков или ступеней, в плане несколько смещенных относительно друг друга к востоку. С севера на юг это Тарханкутско-Джанкойский (I), Новоселовский (II), Каламитско-Арабатский (III) и Горно-Крымский (IV) блоки (Кац и др., 1981; Макарова, Суханова, 2015) (рис. 2). Равнинный Крым расположен в пределах трех северных блоков, строение которых рассматривается ниже. Они разделяются линеаментами, отражающими глубинные разломы, и имеют закономерное строение: при общем снижении поверхности и рельефа блоков с юга на север и с запада на восток южные их части приподняты относительно северных, а восточные ниже западных. К пограничным северным относительно опущенным частям блоков приурочены озера и вдающиеся в сушу заливы. Восточные части блоков, гипсометрически самые низкие, находятся в пределах западных замыканий Сивашского и Индоло-Кубанского прогибов. Существование всех широтных блоков подтверждается геологическими данными: гипсометрическим положением палеозойского основания в их пределах, строением и мощностью верхнемеловых и кайнозойских отложений, в том числе четвертичных. При общем увеличении мощности отложений к северу, в пониженных пограничных частях блоков она значительно больше, чем в относительно приподнятых южных частях. Кроме того, здесь же местами в грабенах сохранились триасовые и юрские отложения киммерийской эпохи активизации (Геологическая..., 1973).

Тарханкутско-Джанкойский блок (I). С севера ограничен Каркинитским заливом, наследующим одноименный грабен, отделяющий эпипалеозойскую Скифскую плиту, являющуюся основанием

Равнинного Крыма, от расположенной севернее докембрийской Восточно-Европейской платформы (рис. 2). Каркинитско-Сивашский линеамент (КС), прослеживаемый вдоль северного побережья полуострова, отражает глубинный разлом (Тарханкутский, по данным некоторых исследователей), по которому докембрийский фундамент погружается с севера на юг на глубину более 10 км. С юга этот блок ограничен линеаментами Донузлавским (Д) на западе и Джанкойским (Дж) на востоке, также соответствующими глубинным разломам (Геологическая..., 1973). Вдоль Донузлавского разлома отмечается повышенный тепловой поток (Гордиенко и др., 2015).

Внутреннее строение Тарханкутско-Джанкойского блока сложное. Западную его часть занимает новейшее Тарханкутское поднятие (Т) или вал (Геология..., 1969). В рельефе — это возвышенная денудационно-аккумулятивная равнина. Поднятие состоит из трех субширотных зон или рядов антиклинальных складок, выраженных в рельефе пологими поднятиями, и разделяющих их синклиналей — впадин. Последние заложены по продольным разрывам. Простираение складок наследует простираение структур киммерийского возраста. Складки формировались в морских условиях начиная с позднего мела, но окончательно вышли из-под уровня моря в позднем миоцене и плиоцене. Наиболее крупные поднятия, соответствующие Меловой (М), Октябрьской (О) и другим антиклиналям (рис. 2), развиты в южной части блока. Сводовые их части сложены майкопскими и сарматскими глинами, песчаниками или известняками. Во многих местах они перекрыты плиоценовыми и четвертичными суглинками и глинами мощностью до 10–15 м. Мэотические и понтические известняки слагают крылья поднятий и разделяющие прогибы, а в северной зоне поднятий они участвуют и в строении сводов антиклиналей. Трещиноватые карбонатные отложения миоцена интенсивно закарстованы с образованием эрозионно-карстовых котловин (Пасынков и др., 1992).

Складки кулисно сочленяются друг с другом, меняют простираение с северо-восточного на широтное, их оси ундулируют и в целом воздымаются к востоку. На разных глубинных уровнях их оси не совпадают (Богаец и др., 1965), отклоняясь в ту или другую сторону. В рельефе соответствующие им поднятия, в большинстве, асимметричны: их южные склоны круче и короче северных. Все они расчленены многочисленными балками, оврагами, пологими ложбинами и логами. Ориентировка всех этих форм часто прямолинейна, что позволяет считать, что они разрабатывают системы трещин в породах. Прогибы-впадины, разделяющие поднятия, заложены по продольным разрывным нарушениям (Каменецкий, 1963). Многие из впадин не имеют постоянного водотока, глубоко прорезаны руслами временных потоков до верхнесарматских отложений, различно наклонены — к западу, вос-

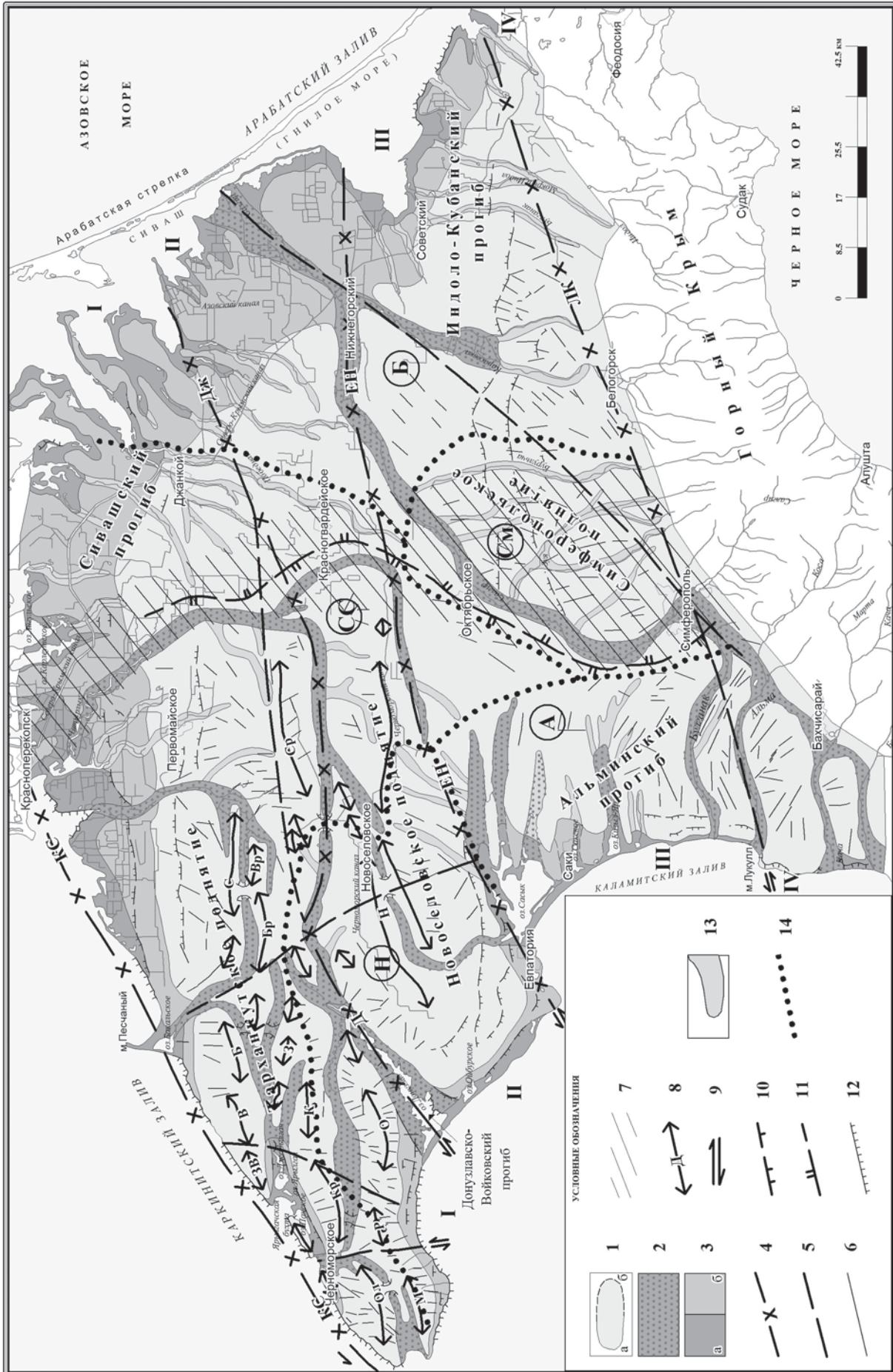
току или к северу, обуславливая направления стока поверхностных и грунтовых вод.

Плановый рисунок простираения складок предполагает участие сдвиговых напряжений при их формировании. Также предполагаются сдвиговые движения по меридиональным и диагональным нарушениям. Так, в западной части Тарханкутского поднятия наблюдается левосдвиговое смещение всех трех широтных зон складок по меридиональному нарушению, по которому заложена крупная Кельшейская балка.

Северо-восточный и восточный склоны Тарханкутского поднятия полого спускаются соответственно к Каркинитскому и Сивашскому прогибам (заливам). На склонах поднятия развиты ступени рельефа, из которых низкие являются морскими террасами. Последние образуют широкие поздне-неоплейстоцен-голоценовые равнины Сивашского прогиба. В нем суммарная мощность осадочных отложений превышает 3000 м (Каменецкий, 1963). Палеозойский фундамент погружен до глубины 6–8 км. Ось прогиба, проходящая севернее Джанкой, с позднего мела смещалась к северу, что, возможно, было вызвано формированием в Азовском море одноименного вала. В прогибе развиваются молодые поднятия, выраженные в сарматских отложениях, но слабо проявленные в рельефе (Джанкойское, Северо- и Южно-Славянские и др. (Геологическая..., 1973). Береговая зона изрезана заливами, вдающимися в устьевые части балок. Простираение Сивашских заливов, их прямолинейные границы (линеаменты) совпадают с простираением разрывных нарушений, сопоставляемых с нарушениями в структуре фундамента. На пониженных участках здесь развиты аккумуляция и суффозионные процессы в четвертичных отложениях, а на повышенных участках происходит абразия береговых уступов.

Новоселовский блок (II). Расположен южнее и смещен к востоку относительно северного (рис. 2). Северная пониженная его часть с Донузлавским озером наследует узкий мезозойский грабен, выполненный триасовыми и юрскими отложениями. В новейшее время над ним заложилась Донузлавско-Войковская синклиналь, отделившая Новоселовское поднятие от Тарханкутского. Южной границей блока является Евпаторийско-Нижнегорский линеамент (ЕН), которому отвечает глубинное нарушение, контролировавшее формирование платформенного чехла на всех этапах геологической истории (Геологическая..., 1973). В восточной его части отмечается повышенное значение теплового потока (Гордиенко и др., 2015). По мнению В.В. Юдина (2011), этот разлом представляет собой надвиг с падением сместителя к северу.

Основное поднятие блока — Новоселовское (Н) — имеет северо-восточное простираение. Оно конседиментационно развивалось с конца позднего мела, но в современном рельефе возникло в плиоцене, представляя собой в настоящее время поздне-плиоценовую денудационную равнину. В его



пределах палеозойский фундамент поднят по разломам и находится на глубине –900 – –2000 м, что выше на 500 м относительно примыкающего с юга блока, и сокращена мощность осадочного чехла. Свод его в погребенной части сложен верхнемеловыми породами, нарушенными разрывами. Палеогеновые (эоценовые) отложения присутствуют только на склонах поднятия. Отложения сармата слагают склоны и сводовую часть поднятия. Кровля сармата на своде находится на абсолютных отметках до +80 – +90 м. В то же время севернее в Донузлавском прогибе она опущена до –100 м. На поверхности во врезках, кроме сарматских отложений обнажаются мэотические и понтические известняки. Поднятие асимметрично, северный его склон положе южного. Он осложнен второстепенными нарушениями и пологими складками восток-северо-восточного и широтного простираний (Елизаветинская, Красновская, Глубокинская, Каштановская и др.).

В восточной пониженной части Новоселовского блока на побережье выделяется выступ, вдающийся в море. Его береговая линия менее изрезана заливами по сравнению с побережьями, примыкающими к нему с севера и с юга. Этот выступ является молодым четвертичным поднятием, разделяющим Сивашский и Индоло-Кубанский прогибы. В его пределах палеозойский фундамент несколько поднят относительно прилежащих прогибов. Он является западной частью крупного Азовского вала, развивающегося в центральной части Азовского моря, который вместе с продолжающим его Новоселовским поднятием М.В. Муратов протягивал далеко на запад в поднятие Добруджи на севере Балканского полуострова (Геология..., 1969).

Каламитско-Арабатский блок (III). Этот блок смещен к востоку относительно Новоселовского. В его пределах в сушу вдаются широкие заливы – Каламитский на западе и Арабатский на востоке, приуроченные к новейшим прогибам, соответственно Альминскому и центриклинальной части Индоло-Кубанского. Южной границей блока является Лукулльско-Каменский линеамент (ЛК), соответствующий зоне глубинного Предгорного разлома, выраженного в геофизических полях и отделяющего платформенный или Равнинный Крым от мегантиклинория Крымских гор (Геологическая..., 1973). В.В. Юдин (2011) считает его древней

(допозднемеловой) Предгорной сутурой, имеющей северное падение. Ее образование связывается с поддвигом коры Черноморской впадины под Крымский полуостров в средней юре – раннем мелу. Активность этой структуры сохраняется в течение всего новейшего этапа. Она выражается субслойными срывами и надвигами в мел-неогеновых комплексах (Юдин, 2011), а также приуроченностью к ней сейсмогенной зоны.

В Альминском прогибе фундамент находится на глубине более 2 км, что ниже, чем на Новоселовском поднятии. В прогибе увеличена мощность всех отложений – от нижнемеловых до четвертичных включительно. Слои наклонены на запад и к северу. Новейший Альминский прогиб асимметричен; его северная, более низменная и прогнутая часть наследует Калиновский грабен, в котором сохранились триасово-юрские отложения. В центральной части прогиба на фоне однообразной равнины, повышающейся к востоку, несколько большей эрозионной расчлененностью выделяется небольшое Сакское поднятие, практически еще погребенное, для которого характерна меньшая мощность неогеновых и четвертичных отложений. В новейшее время прогиб вырождается. Ось его начиная с мелового времени смещалась к северу, к Евпатории, в зону одноименного глубинного разлома, где еще идет прогибание и развиты верхнеэоценово-голоценовые морские осадки. Южный и восточный склоны прогиба приподняты, вовлечены в поднятия Симферопольское и Крымских гор. Здесь развита высокая равнина, сложенная нижнеэоценовыми пролювиальными галечниками, расчлененная оврагами, балками и долинами рек Булганак и Кача. В соответствии с северным уклоном русла этих и других речек мигрируют к северу. Дугообразная выпуклая к северу форма долин рек Булганака и Альмы, а еще южнее Качи, предположительно также свидетельствует о влиянии Крымских гор и давления, направленного с юга или юго-запада.

Центральную, большую часть Каламитско-Арабатского блока занимает Симферопольско-Нижнегорское поднятие, разделяющее Альминский и Индоло-Кубанский прогибы. Палеозойское основание в его пределах находится на глубине около 1 км. Длительное развитие поднятия отражено в сокращенной мощности всего осадочного чехла,

Рис. 2. Структурно-геоморфологическая схема Равнинного Крыма: 1 – обобщенные контуры основных поднятий; 2 – эрозионно-тектонические понижения (впадины-синклинали, долины рек, балки, приуроченные к зонам разрывных нарушений); 3 – области аккумуляции – равнины голоценового (а) и позднеэоценового (б) возраста, преимущественно с морской аккумуляцией; 4 – основные разрывные нарушения, проявленные в рельефе, выделенные по геологическим данным (зоны глубинных разломов); 5 – разрывные нарушения, предполагаемые; 6 – линеаменты; 7 – зона Центрально-Крымского линеамента; 8 – оси новейших поднятий, соответствующие антиклинальным складкам (буква – название); 9 – направления сдвиговых напряжений; 10 – границы ступеней на склонах развивающихся поднятий, в том числе террасы; 11 – линия главного водораздела, определяющего направление стока поверхностных и подземных вод; 12 – современные абразионные уступы; 13 – балки; 14 – границы месторождений подземных вод, по (Хмара, 2001) и их названия – буквы в кружках: СС – Северо-Сивашское, Н – Новоселовское, А – Альминское, См – Симферопольское, Б – Белогорское. Названия антиклиналей: Б – Бакальская, Бр – Березинская, В – Владимирская, З – Задорненская, ЗВ – Западно-Владимирская, Кр – Карлавская, Н – Новоселовская, М – Меловая, О – Октябрьская, Ол – Оленевская, Р – Родниковская, С – Серебрянская, Ср – Сарыбашская

в том числе плиоценовых и четвертичных отложений. Северный склон поднятия полого спускается в равнинную часть, где сочленяется с Новоселовским и Тарханкутским поднятиями. Долина р. Салгир, прорезающая поднятие, в субмеридиональной южной части совпадает с осью Гвардейского желоба (Геологическая..., 1973). Он наследует ослабленную зону древнего разлома, активизированного в эоплейстоцене (Пасынков и др., 1992). В приустьевой части долина широтная и также приурочена к разрывному нарушению, отчетливо выделяющемуся на космическом снимке (рис. 1).

Восточную часть Каламитско-Арабатского блока занимает Индоло-Кубанский прогиб, представленный приподнятой в рельефе центриклинальной частью. Глубокая впадина выполнена мощной осадочной толщей, в которой палеоген-неогеновые и четвертичные отложения достигают мощности почти 4500 м. Ось прогиба в настоящее время смещена к северу по сравнению с более древним ее положением, что объясняется влиянием растущего на юге поднятия Крымских гор. О продолжающемся прогибании северной части свидетельствуют признаки наступления моря, ведущие к заболачиванию и подтоплению приустьевых участков рек и ручьев, развитию в рельефе низких позднеплейстоцен-голоценовых террас, абразионных обрывов. Западная центриклинальная часть прогиба более расчленена, так как втягивается в развивающееся Симферопольско-Нижнегорское поднятие. В рельефе здесь выделяются среднеплейстоценовые пролювиальные и аллювиально-морские равнины, наклонные к северу и северо-востоку.

Вся западная приподнятая часть Равнинного Крыма отделяется от относительно пониженной восточной части субмеридиональным поперечным поднятием, слабовыраженным в рельефе (за исключением южной части), но при этом служащим водоразделом поверхностного стока, направленного к западу и к востоку. К поднятию приурочен антиклинальный изгиб поверхности погребенного палеозойского складчатого основания. Это поднятие на космическом снимке представлено расплывчатой зоной, выделяемой многими исследователями под различными названиями как Центральное-Крымское, Салгино-Октябрьское или Алуштинско-Перекопский линеамент. Эта зона отражает глубинный разлом (Соллогуб, Соллогуб, 1977 и др.), нарушающий, по геофизическим данным, поверхность Мохо. Он протягивается далеко на север в область Восточно-Европейской платформы, где также выражен в строении земной коры. Он продолжается и к югу, через мегантиклинорий Крымских гор, разделяя его на отличающиеся простиранием западную и восточную части, и далее уходит в Черное море, где с ним связаны очаги крымских землетрясений (Борисенко и др., 1988 и др.). Возможно, он имеет важное геодинамическое значение, разделяя поля с различной ориентировкой осей на-

пряжений, направленных с юго-востока со стороны Восточно-Черноморской плиты и с юго-запада со стороны Западно-Черноморской плиты (Муровская, 2012).

Гидрогеологические условия Равнинного Крыма

Характеристика гидрогеологических условий Равнинного Крыма приведена по данным, изложенным в фундаментальной сводке «Гидрогеология СССР» (1970). Пресные и слабоминерализованные (менее 1,5 г/дм³) подземные воды – основной источник хозяйственно-питьевого водоснабжения в Крыму. Они распространены практически по всей территории Горного и Равнинного Крыма. Всего в Крыму выделено, оценено и эксплуатируется 11 месторождений подземных вод, которые охватывают 78 участков, действуют более 40 водозаборов (Юровский, Каюкова, 2015; Каюкова, Юровский, 2016). Согласно (Доклад..., 2016), разведанные и оцененные запасы подземных вод с минерализацией до 1,5 г/л составляют 1181,24 тыс. м³/сут. Нерациональный водоотбор в ряде районов привел к увеличению минерализации подземных вод эксплуатируемых водоносных горизонтов и к их загрязнению. Отчасти это связано и с современными тектоническими процессами, протекающими на той или иной территории. В связи с этим важной проблемой является обоснование перспективных участков для организации водозаборов и оптимального режима водоотбора.

Наиболее крупные месторождения подземных вод находятся в Равнинном Крыму. Схема их размещения представлена на рис. 2. Это артезианские бассейны – Альминский (141,7 млн м³/год), Северо-Сивашский (114,6 млн м³/год) и Белогорский (90,0 млн м³/год), занимающие крупные прогибы: Альминский, Сивашский и Кубано-Индольский (западную его часть), разделенные Симферопольским и Новоселовским поднятиями. Напорные водоносные горизонты и комплексы приурочены к меловым, палеогеновым и неогеновым отложениям.

Основная область питания напорных вод приурочена к расположенному на юге Симферопольско-Белогорскому поднятию и южным крыльям Альминской впадины и Белогорского прогиба. Область питания водоносных горизонтов в палеогеновых и меловых отложениях – в основном район предгорий, где эти толщи выходят на дневную поверхность или перекрыты более молодыми породами малой мощности. Кроме того, в питании водоносного горизонта палеогена существенную роль играют воды верхнеюрских известняков. Местные области питания водоносных комплексов меловых и палеогеновых отложений расположены на южном склоне Северо-Сивашского бассейна. Здесь в ядрах ряда погребенных антиклинальных структур меловые и палеогеновые отложения залегают

близко к поверхности или выходят на дневную поверхность. Взаимосвязь водоносных комплексов может осуществляться по разломам и в зонах интенсивной трещиноватости пород.

Грунтовые воды распространены почти повсеместно и приурочены к рыхлым плиоценовым и четвертичным отложениям, а также к пористым известнякам неогена. Наиболее водообильны в Крыму неогеновые средне- и верхнемиоценовые водоносные комплексы, являющиеся основным источником водоснабжения населения пресной водой. Основные области питания этих комплексов приурочены к предгорьям, к Симферопольскому поднятию, южному наиболее поднятому крылу Альминского прогиба. Особенно благоприятны условия в предгорьях, на участках, где эти отложения обнажаются в руслах рек Альмы, Качи, Зуи и др. На части площади инфильтрационное питание неогеновых водоносных горизонтов осуществляется через четвертичные и плиоценовые отложения, причем в связи с расчлененностью рельефа значительная часть осадков расходуется на поверхностный сток. Движение неогеновых подземных вод осуществляется от областей питания к погруженным частям артезианских бассейнов. Области разгрузки подземных вод неогеновых отложений являются моря Азовское на востоке и Черное на западе, на побережьях которых зафиксированы наиболее низкие отметки гидроизопьез.

Водоносный комплекс караганского и конкского горизонтов. Эти отложения повсеместно обводнены, однако их фаціальное непостоянство обуславливает существенную изменчивость обводненности. Водовмещающие породы в пределах Равнинного Крыма представлены пористыми и кавернозными известняками, песчаными известняками, песчаниками и песками, а на Тарханкутском п-ове еще конгломератами и глинами. Общая мощность этого водоносного комплекса колеблется от 50 до 100 м. Источником его питания в большинстве случаев являются атмосферные осадки, а местами и речные воды. Питание происходит на участках гидрогеологических окон, приуроченных к местам выклинивания нижнесарматских глин. В значительной степени условия накопления вод зависят от структурных особенностей. Наиболее высокая водообильность караганско-конкских отложений отмечается в северо-западной наиболее погруженной в настоящее время части Альминского прогиба (одноименный артезианский бассейн), а также на крыльях синклиналильных впадин и на антиклинальных поднятиях Северо-Сивашского артезианского бассейна, в частности в Сивашском прогибе. Отклонения от этой закономерности наблюдаются на участках питания среднемиоценового водоносного комплекса аллювиальными водами в долинах рек. В восточной части Равнинного Крыма в Белогорском артезианском бассейне в направлении от южных его районов к северо-западу водообильность

увеличивается, а в северо-восточном направлении при погружении она уменьшается в связи с фаціальным замещением песчаников слабопроницаемыми песками-пльвунами.

Водоносный комплекс сарматского горизонта. Этот комплекс представлен на территории Равнинного Крыма практически повсеместно. Он включает отложения среднего и верхнего сармата. Распространение этого водоносного комплекса на юге ограничено выходами пород сармата на поверхность в районе Внешней гряды. В погруженных частях Северо-Сивашского и Белогорского бассейнов водовмещающими породами являются пористые ракушечные известняки, местами кавернозные. Их общая мощность превышает 100 м. На отдельных участках южного крыла Белогорского бассейна — это пески верхней части среднего и верхнего сармата, которые, как и известняки, к осевой части бассейна замещаются глинами с тонкими прослоями известняков. Литолого-фаціальная неоднородность пород обуславливает значительную изменчивость их водопроницаемости как по простиранию, так и по разрезу.

Область питания сарматского водоносного комплекса — районы Новоселовского поднятия и прилегающей части Северо-Сивашского бассейна. Здесь развиты почти повсеместно закарстованные пористые ракушечные известняки, которые часто выходят на поверхность или перекрываются мало мощным слоем четвертичных суглинков, что способствует инфильтрации атмосферных осадков.

Движение подземных вод в сарматских отложениях Равнинного Крыма происходит в направлении от областей питания с юга от Внешней гряды и с севера от Тарханкутского поднятия к Альминскому, Белогорскому и Северо-Сивашскому бассейнам. На Симферопольском поднятии и антиклинальном перегибе в пределах Центрально-Крымского поднятия, образующего основной водораздел Равнинного Крыма, поток подземных вод растекается в двух направлениях: к востоку к Белогорскому и Северо-Сивашскому бассейнам и к западу к Альминскому прогибу.

Водоносный комплекс мэотического и понтического горизонтов. В большинстве случаев это гидравлически связанный единый водоносный комплекс, распространенный практически повсеместно, за исключением Новоселовского поднятия. Мощность этого горизонта изменяется от 7 до 65 м. Водовмещающие породы — в основном пористые известняки-ракушечники, реже оолитовые и мергелистые известняки с прослоями мергелей, в различной степени закарстованные. В Белогорском бассейне обводнены преимущественно пески и песчаники с прослоями глины. В Альминском бассейне эти породы обводнены только на погруженных участках. На большей части площади распространения водоносного горизонта он является напорным.

Положение мезотическо-понтического водоносного горизонта больше всего зависит от плиоцен-четвертичных тектонических движений. Морские осадки этого горизонта, имеющие небольшую мощность, то подняты до абсолютных отметок +50–60 м и более, залегая на крыльях и сводах поднятий, то слагают разделяющие их прогибы-впадины или опущены до уровня моря, ингрессивно выполняя заливы. На морском побережье в погруженных частях Альминского, Белогорского и Северо-Сивашского бассейнов из этого водоносного комплекса происходит самоизлив подземных вод.

Помимо площадного распространения водоносных горизонтов подземных вод, последние могут быть приурочены к зонам активных разломов. По ним, как предполагается, может происходить подъем пресных вод из более глубоких горизонтов осадочного чехла или их транзит из предгорной части Крыма. Сопоставление местоположения на воду скважин в северо-западной части Равнинного Крыма с картой разломов этой территории позволяет сделать вывод о том, что к некоторым тектоническим нарушениям могут быть приурочены пресные подземные воды. Так, в районе пос. Первомайское несколько скважин с допустимой для водоснабжения минерализацией воды 0,92–1,10 г/дм³ приурочены к зоне разрыва. И хотя это не доказывает возможности связи пресных подземных вод со многими разломами, зоны последних необходимо исследовать более тщательно. Возможно, некоторые из них могут быть новыми потенциальными источниками пресной воды.

Заключение

Основные, наиболее крупные структуры Равнинного Крыма представлены тремя субширотными блоками, разделенными глубинными разломами. Существование этих блоков отмечается, по крайней мере, с киммерийской эпохи складчатости, о чем свидетельствует приуроченность к их западным частям грабенов, заполненных триасово-юрскими отложениями. Дальнейшее развитие и активность этих структур были проявлены на более поздних этапах геологической истории, в том числе и на новейшем этапе, особенно в четвертичное время. При общем понижении рельефа Равнинного Крыма с юга на север и с запада на восток в каждом блоке южные части повышены, а северные являются более низкими. Эта особенность блоков аналогична такому же строению северного крыла мегантиклинория Горного Крыма, имеющего такую же асимметрию (вергентность). Это позволяет предполагать, что Равнинный и Горный Крым формировались в сходных геодинамических условиях при поддвиге Черноморской плиты под Крымский полуостров. Расположение самих блоков и локальных структур в их пределах свидетельствует

о широком участии сдвиговых напряжений и движений при их формировании. Наиболее отчетливо проявлены левые сдвиги, которые могли образоваться в обстановках регионального сжатия, направленного с юго-запада, возможно, со стороны Западно-Черноморской микроплиты.

Прослеживая историю развития складок-поднятий в течение палеогена, неогена и четвертичного времени, можно видеть, что условия их формирования или тектонический режим неоднократно изменялись, что также связано с эволюцией Черноморского бассейна. Вследствие роста горного сооружения Крыма в новейшее время происходит втягивание в поднятие прилежащих с севера равнин, что ведет к миграции к северу зон аккумуляции, особенно в поздненеоплейстоцен-голоценовое время.

В новейшем строении Равнинного Крыма проявлены глубинные трансрегиональные структуры, нарушающие глубокие горизонты земной коры и поверхность Мохо. Это субмеридиональный Центральнo-Крымский разлом, над зоной которого развито одноименное поднятие, а также, возможно, субширотное поднятие большой протяженности, отдельными элементами которого являются Новоселовское поднятие и подводный Азовский вал.

Все новейшие структуры, и региональные и локальные, оказывают большое влияние на состояние основных месторождений пресных вод и отдельных водоносных горизонтов. Асимметрия структур определяет положение разновозрастных горизонтов, прерывистость их развития, движение подземных вод по уклонам крыльев поднятий и впадин. Она определяет и строение основных артезианских бассейнов, в которых наибольшая водообильность водоносных горизонтов характерна для их северных частей. Расположение локальных поднятий и впадин создает сложную внутреннюю структуру рельефа, подобную сотовой или решетчатой, где замкнутые и полузамкнутые впадины чередуются с поднятиями. Такая структура характерна не только для Тарханкутского и Новоселовского поднятий, но и для Альминской впадины и всей относительно пониженной восточной части Равнинного Крыма, где находятся Северо-Сивашский и Белогорский артезианские бассейны. В их пределах развиваются внутренние поднятия, еще неясно выраженные в рельефе, но влияющие на поверхностный и подземный стоки пресных вод. Все это обуславливает сложную гидрогеологическую обстановку, определяет положение разновозрастных водоносных горизонтов и прерывистость их развития.

Глубинные разломы фундамента, вероятно, активны и в настоящее время. Они отчетливо выражены в рельефе благодаря приуроченности к ним пониженных зон современного прогибания. Поскольку с некоторыми из них связаны пресные воды, то их можно считать одним из возможных дополнительных источников пресной воды.

ЛИТЕРАТУРА

- Богаец А.Т., Захарчук С.М., Курило Г.П. и др. Соотношение структурных планов неогеновых, палеогеновых и верхнемеловых отложений Тарханкутского полуострова // Геология нефти и газа. 1965. № 6. С. 12–16.
- Борисенко Л.С. Критика надвиговых моделей Крыма // Мат-лы конф. «Геодинамика Крымско-Черноморского региона». Симферополь, 1997. С. 47–51.
- Борисенко Л.С., Чебаненко И.И., Шаталов Н.Н. и др. Новейшая тектоника Крыма по данным геолого-геофизических и аэрокосмических исследований // Геол. журн. 1988. № 3. С. 3–11.
- Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Сер. Крымская / Ред. М.В. Муратов. Киев, 1973.
- Геология СССР. Т. VIII. Крым. Ч. 1. Геологическое описание / Ред. М.В. Муратов. М.: Недра, 1969. 576 с.
- Гидрогеология СССР. Том VIII. Крым / Ред. В.Г. Ткачук. М.: Недра, 1970. 364 с.
- Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородняя О.В. Современная активизация и тепловое поле Южно-Украинской моноклинали и Скифской плиты // Доп. НАН Украины. 2015. № 7. С. 85–90.
- Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2015 году. Симферополь: ИП Бондаренко Н.Ю., 2016. 294 с.
- Казанцев Ю.В. Тектоника Крыма. М.: Наука, 1982. 112 с.
- Каменецкий А.Е. Тектоника равнинного Крыма // Мат-лы по геол. и нефтегазоносности Юга СССР / Ред. М.С. Бурштар. Тр. ВНИГНИ. 1963. Вып. 38. С. 44–61.
- Карта новейшей тектоники Евразии. Масштаб 1:5 000 000 / Ред. А.Ф. Грачев. М., 1997.
- Кац Я.Г., Макарова Н.В., Козлов В.В., Трофимов Д.М. Структурно-геоморфологический анализ Крыма по дешифрированию космоснимков // Изв. вузов. Геол. и разведка. 1981. № 3. С. 8–20.
- Каюкова Е.П., Юровский Ю.Г. Водные ресурсы Крыма // Геоэкология. 2016. № 1. С. 25–32.
- Космическая информация в геологии / Ред. В.Г. Трифонов, В.И. Макаров, Ю.Г. Сафонов, П.В. Флоренский. М.: Наука, 1983. 536 с.
- Макарова Н.В., Суханова Т.В. Неотектоническое строение Равнинного Крыма // Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные аспекты. Мат-лы XLVII Тектонического совещания. Т. 1 / Ред. К.Е. Дегтярев, Н.Б. Кузнецов. М.: ГЕОС, 2015. С. 276–280.
- Муровская А.В. Поля напряжений и деформационные режимы Западного Горного Крыма на альпийском этапе тектогенеза по тектонофизическим данным. Автореф. дисс. ... канд. геол. наук. Киев, 2012. 20 с.
- Пасынков А.А., Плахотный Л.Г., Горбатюк В.М. Морфология Крымского полуострова и ее связь с развитием экзогенных геологических процессов // Геол. журн. 1992. № 2. С. 79–90.
- Распопова М.Г., Луцкий В.И., Чернявский В.Г. и др. Алуштинско-Перекопская субмеридиональная глубинная структура по материалам космических съемок // Геол. журн. 1984. Т. 44, № 5. С. 100–102.
- Соллогуб В.Б., Соллогуб Н.В. Строение земной коры Крымского полуострова // Сов. геол. 1977. № 3. С. 85–93.
- Хмара Я.А. Минеральные ресурсы Крыма и прилегающей акватории Черного и Азовского морей. Атлас, приложение к научно-практическому сборнику «Вопросы развития Крыма» / Ред. В.Г. Ена. Симферополь: Таврия – Плюс, 2001. 81 с.
- Юдин В.В. Новая тектоническая модель геологического строения Крыма // Природа. 1994. № 6. С. 28–31.
- Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
- Юровский Ю.Г., Каюкова Е.П. Пресные воды Крыма (современные реалии) // Тр. Крымской АН. Симферополь: ИТ АРИАЛ, 2015. С. 13–22.
- Nikishin A.M., Wannier M., Alekseev A.S. et al. Mesozoic to recent geological history of southern Crimea and the Eastern Black Sea region // Geol. Soc. London. Spec. Publ. 2015. Vol. 428. DOI: 10.1144/SP428.1

Сведения об авторах: Макарова Наталья Валентиновна – канд. геол.-минерал. наук, доц. каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: makarovanat@yandex.ru; Макеев Владимир Михайлович – докт. геол.-минерал. наук, зав. лаб. эндогенной геодинамики и неотектоники Ин-та геоэкологии РАН, e-mail: vmakeev@mail.ru; Галицкая Ирина Васильевна – докт. геол.-минерал. наук, зав. лаб. гидрогеоэкологии Ин-та геоэкологии РАН, e-mail: galgeoenv@mail.ru; Суханова Татьяна Владимировна – канд. геол.-минерал. наук, доц. каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: tanikamgu@mail.ru