

Санкт-Петербургский государственный университет
Геологический факультет

Геология Крыма

Ученые записки
Выпуск 2



Санкт-Петербург

2002

Санкт-Петербургский государственный университет
Геологический факультет

*50-летию Крымской практики
посвящается*

Геология Крыма

Ученые записки кафедры исторической геологии
Выпуск 2

Санкт-Петербург

2002

УДК 551(234.86)
ББК 26.32+26.35
Г36

Рецензент: канд. геол.-мин. наук *Р.А. Щеколдин* (СПГТИ).

*Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
геологического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета*

Г36 **Геология Крыма:** Учен. зап. кафедры исторической геологии. Вып. 2 / Под ред. В.В. Аркадьева. -
СПб.: НИИЗК СПбГУ. - 168 с.

Рассмотрены различные вопросы геологического строения Крыма (стратиграфия, палеонтология, фациальный анализ, палеогеография, тектоника, палеомагнетизм, геофизика, гидрогеология, геохимия). В большинстве статей отдается предпочтение Юго-Западному Крыму (бассейну р. Бодрак), где проводится учебная геологическая практика студентов Санкт-Петербургского государственного университета.

Сборник предназначен для специалистов, изучающих геологию Крыма, и студентов, проходящих здесь учебную практику.

ББК 26.32+26.35

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БАСЕЙНА р. БОДРАК (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)

В работе рассматриваются гидрогеологические условия бассейна р. Бодрак. Основным источником формирования подземных вод – атмосферные осадки. На территории получили развитие поровые воды четвертичных отложений, трещинно-грунтовые воды экзогенной трещиноватости, а также трещинные и трещинно-жильные воды, приуроченные к зонам тектонических нарушений. По преобладающим компонентам воды, в основном гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-магниевого, относятся к зоне активного водообмена, с минерализацией около 1 г/л. В населенных пунктах существует проблема загрязнения подземных вод азотом. Приведены данные химических анализов.

В основу данной работы положены исследования гидрохимического характера, проводимые кафедрой гидрогеологии Санкт-Петербургского государственного университета в рамках Крымской учебной практики. Использовались данные химических анализов различных водопрооявлений за последние четыре года (1998–2001 гг.). Подобного рода работы проводились сотрудниками Московского государственного университета в междуречье рек Бодрака и Качи (Семенова, 1997) и Санкт-Петербургского государственного горного института в бассейне р. Бельбек (Коротков, 1973).

Район нашего исследования располагается в пределах 2-й Внутренней гряды Крымских гор. По своим гидрогеологическим условиям территория занимает промежуточное положение между бассейном трещинных вод гидрогеологической складчатой области Горного Крыма и юго-восточной частью Причерноморского артезианского бассейна и фактически располагается в области питания водоносных горизонтов южного крыла Альминского артезианского бассейна II порядка (Гидрогеология СССР, 1970).

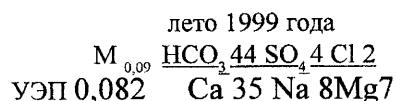
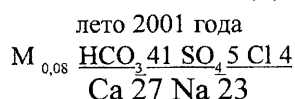
На всей рассматриваемой территории распространен первый от поверхности горизонт грунтовых вод в породах разных возраста и литологического состава, непосредственно связанный с атмосферой. Питание осуществляется по всей площади за счет инфильтрации атмосферных осадков и конденсации влаги. Все изучаемые подземные воды находятся в зоне активного водообмена, где свободно осуществляется дренаж. Грунтовые воды движутся в направлении уклона поверхности под воздействием силы тяжести.

В зависимости от природы пустот воды могут быть поровыми, трещинными и трещинно-жильными. Поровые воды связаны в основном с четвертичными аллювиальными отложениями, распространенными в долине р. Бодрак; трещинные – с трещиноватостью (экзогенной, тектонической, литогенетической). Трещинные безнапорные воды экзогенной трещиноватости, приуроченные к верхней части разреза, широко развиты в районе исследования. С глубиной экзогенная трещиноватость затухает. Повышенную трещиноватость имеют породы в зонах тектонических нарушений и разломов. С ними связаны выходы трещинных и трещинно-жильных вод. Часто коллектора образуют единую гидравлическую

систему.

Формирование подземных вод начинается с инфильтрации атмосферных осадков. Их химический состав, за небольшим исключением, отражает характер взаимодействия атмосферных осадков с породами зоны аэрации.

Данные по составу атмосферных осадков:



В формировании химического состава грунтовых вод большое значение имеет медленное выщелачивание малорастворимых солей, возникающее при выветривании горных пород. В результате происходит формирование гидрокарбонатных вод: гидрокарбонатно-кальциевых и гидрокарбонатно-магниевых. В силу малой растворимости данных солей практически все подземные воды бассейна р. Бодрак имеют невысокую минерализацию – около 1 г/л. Данные о химическом составе подземных вод рассматриваемой территории приведены в таблице.

Река Бодрак берет свое начало в пределах северных склонов Внутренней горной гряды, сложенных породами таврической серии. Ее истоки начинаются серией мелких лужиц, которые то появляются, то исчезают. По пути следования с юго-востока на северо-запад в р. Бодрак впадают немногочисленные ручьи и временные потоки. Режим реки тесно связан с метеорологическими условиями. Летом и осенью при общем понижении уровня и уменьшения стока возможны дождевые паводки. Засушливым летом река почти полностью пересыхает, превращаясь в тоненький ручеек. В августе 2001 года наблюдалось полное пересыхание русла.

Местами р. Бодрак не имеет аллювиальных отложений и течет по коренным породам. Подземные воды в аллювиальных отложениях реки и в подстилающих аллювий трещиноватых породах образуют единый подрусловой поток, который функционирует даже в сильные засухи, когда полностью пересыхает русло Бодрака. В понижениях среди холмистого рельефа располагаются небольшие искусственные озера – ставки, используемые для хозяйственных нужд.

Исходя из геологического строения и характера распространения подземных вод, в пределах района можно выделить несколько водоносных горизонтов.

Подземные воды четвертичных отложений (Q). Водоносный горизонт связан с аллювиальными и делювиально-пролювиальными отложениями, мощность которых изменяется от 0 до 5–7 м. Четвертичные отложения – хорошие коллекторы подземных вод. В них развиты безнапорные поровые грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциевого или гидрокарбонатно-магнезиевого типа. Вода пресная или солоноватая, жесткая или очень жесткая.

Подземные воды аллювиальных отложений распространены вдоль русла р. Бодрак

Местонахождение объекта исследования	Na ⁺ _{расч.} мг/л	Ca ²⁺ мг/л	Mg ²⁺ мг/л	Cl ⁻ мг/л	SO ₄ ²⁻ мг/л	HCO ₃ ⁻ мг/л	NO ₃ ⁻ мг/л	Жестк., мг-экв
с. Трудолобовка, колодец в грушевом саду, QaI	20.7	128.0	43.9	46.6	96.0	463.6	61.5	10.0
с. Трудолобовка, колодец, ул.Севастопольск.,11, QaI	29.7	112.2	117.1	38.7	316.8	536.8	94.3	15.2
с. Трудолобовка, родник у овра. Аммонитовый, QaI	55.2	152.0	24.4	29.8	57.6	610.0	22.0	9.6
с. Трудолобовка, колодец, ул.Севастопольск., 32, QaI	27.6	144.3	102.5	57.6	192.0	683.2	49.5	15.6
с. Трудолобовка, колодец, ул. Грузинова, 3, Qdel-pr	136.9	112.0	73.2	53.3	259.2	512.4	29.5	11.6
Родник, лев. борт р. Бодрак в Спокойном логу, Qpr	13.1	120.0	4.9	27.3	28.8	341.6	21.0	6.4
с. Трудолобовка, родник у водоканчки, Qpr	23.0	96.0	19.5	14.2	122.8	317.1	2.8	6.4
Родник на горе Бакла у пещерного города, Pg,d	66.0	176.0	75.4	94.6	192.0	683.2		15.0
с. Трудолобовка, родник у домика лесника, K ₁ h	4.6	112.0	19.5	27.8	19.2	488.0	10.7	7.2
Родник Афениз в зоне отдыха, K ₁ h	25.8	104.0	9.8	39.7	19.2	414.8	55.0	7.2
с. Трудолобовка, колодец, ул. Шевченко, 11, J ₂ b	4.6	124.0	45.6	35.5	28.8	524.6	65.0	10.0
с. Трудолобовка, скважина ул. Калинина, 9, J ₂ b	23.0	48.0	121.6	78.0	192.0	439.2	100.0	12.4
с. Трудолобовка, колодец, ул. Калинина, 19, J ₂ b	2.3	112.2	63.4	40.3	57.6	414.8	110.0	10.8
с. Трудолобовка, колодец ул. Калинина, 11, J ₂ b	57.5	80.0	34.2	46.2	38.4	439.2	92.5	6.8
с. Трудолобовка, колодец, ул. Шевченко, 15, J ₂ b	13.8	144.0	38.4	35.5	414.8	390.4	89.5	10.4
с. Трудолобовка, колодец, ул. Шевченко, 8, J ₂ b	44.2	56.1	63.4	46.7	96.0	402.6	96.0	8.0
с. Трудолобовка, колодец, ул.Севастопольск., T ₂ -J ₁ ,es	110.4	56.0	136.6	56.6	76.8	951.6	21.5	14.0
с. Трудолобовка, колодец, ст.Татарск. кладб., T ₂ -J ₁ ,es.	20.7	184.0	24.4	53.6	57.6	573.6	3.5	11.2
Родник между горами Б. и М. Кермен.,T ₂ -J ₁ tv	52.9	64.1	82.7	67.4	96.1	512.6	22.5	10.0
Родник, гора Патиль, Северный склон ,T ₂ -J ₁ tv	27.6	50.1	31.7	17.8	19.2	329.4	23.6	5.1
Левый исток р. Бодрак, верховья,T ₂ -J ₁ tv	24.6	88.0	9.8	23.8	96.0	219.6	2.1	5.6
Родник Верб (вдк.), Московский овраг	64.4	70.1	26.8	81.6	9.6	366.1	29.7	5.7
Мочажина, Ленинградский овраг	57.0	60.1	34.1	38.3	19.2	341.6	следы	5.8
с. Трудолобовка, скважина Марлена, J ₂ b?	606.0	32.0	7.3	811.5	153.6	152.5	12.8	2.5
с. Трудолобовка, скв., ул.Севастопольская, 4, J ₂ b?	678.0	2.0	2.4	804.0	388.0	122.0	14.2	1.2
Пластовые высачивания, гора Лесистая	185.2	116.0	160.5	232.6	715.2	341.6		20.0
с. Трудолобовка, водопроводная вода	41.4	96.0	19.5	89.0	4.8	341.6	21.2	6.4

Таблица. Химический состав подземных вод полигона исследований

и в прилегающих оврагах. Отложения представлены темно-серыми суглинками и глинами с валунно-галечниковыми, галечниковыми, гравийными и песчаными прослоями. Большое количество колодцев в с. Трудюлюбовка и в пос. Скалистое дренируют подземные воды аллювиального водоносного горизонта. В с. Трудюлюбовка по правому борту Колхозного оврага существуют несколько неглубоких колодцев в этих отложениях. Уровни воды в колодцах, а также дебиты колодцев и родников подвержены сезонным колебаниям. Дебит родников составляет 0,01- 0,04 л/с.

Химический состав характерных водопроявлений:

с. Трудюлюбовка, колодец в грушевом саду
правый берег р. Бодрак у "Белого" обнажения

$M_{0,8} \frac{HCO_3}{35} \frac{SO_4}{9} \frac{Cl}{6}$
УЭП 0,930 Ca 29 Mg 17 Na 4

с. Трудюлюбовка, колодец,
ул. Севастопольская, 11, правый берег р. Бодрак

$M_{1,1} \frac{HCO_3}{26} \frac{SO_4}{20} \frac{Cl}{3}$ T15°
УЭП 1,087 Mg 29 Ca 17 Na 4

с. Трудюлюбовка, родник у овра. Аммонитового
правый берег р. Бодрак

$M_{0,9} \frac{HCO_3}{42} \frac{SO_4}{5} \frac{Cl}{3}$ T14°
УЭП 0,953 Ca 32 Na 10 Mg 8 Д 0,03 л/с

с. Трудюлюбовка, колодец, ул. Севастопольская, 32,
правый берег р. Бодрак, за "Тещиним" мостом

$M_{1,3} \frac{HCO_3}{33} \frac{SO_4}{12} \frac{Cl}{5}$
УЭП 1,358 Mg 25 Ca 21 Na 4

Делювиально-пролювиальные отложения представляют собой супесчано-суглинистые, суглинисто-щебенистые образования в днищах и устьях оврагов. Грунтовые воды этих отложений имеют сезонный режим.

Родник в Спокойном логу

$M_{0,4} \frac{HCO_3}{40} \frac{Cl}{5} \frac{SO_4}{4}$ T15°
УЭП 0,599 Ca 43 Na 4 Mg 3

с. Трудюлюбовка, родник в левом борту р. Бодрак,
у водоканализации

$M_{0,6} \frac{HCO_3}{37} \frac{SO_4}{11} \frac{Cl}{3}$ T15°
УЭП 0,510 Ca 32 Mg 11 Na 7

Подземные воды эоценовых отложений (Pg₂lt). Водовмещающими породами являются нуммулитовые известняки мощностью около 28 м. В данном горизонте получили развитие трещинно-грунтовые воды зоны экзогенной трещиноватости. Жители пос. Скалистое используют воды этого горизонта для питья и хозяйственных нужд.

Родник в пос. Скалистое

$M_{0,6} \frac{HCO_3}{34} \frac{Cl}{9} \frac{SO_4}{7}$ T15°
Ca 33 Mg 9 Na 8

Подземные воды палеоценовых отложений (Pg₁d). Плотные органогенно-обломочные датские известняки могут содержать подземные воды в местах повышенной трещиноватости. У обрыва Баклинской куэсты отмечен маломощный выход грунтовых вод. Источник пересыхающий.

$M_{1,3} \frac{HCO_3}{31} \frac{SO_4}{11} \frac{Cl}{8}$ T15°
Ca 25 Mg 17 Na 8

Подземные воды нижнемеловых отложений (K₁h). Водоносный горизонт порово-трещинных вод развит в отложениях готеривского возраста, которые представлены органогенно-обломочными известняками с линзами песчаников и валунами, желто-серыми плотными и рыхлыми песчаниками. Коллекторами являются трещины и поры. Воды гидрокарбонатно-кальциевые или гидрокарбонатно-магниевые, пресные, жесткие, щелочные, хорошего питьевого качества для данной местности. Дебиты источников до 0,3 л/с.

с. Трудолюбовка, родник у домика лесника
 $M_{0,7} \frac{HCO_3}{44} \frac{Cl}{4} \frac{SO_4}{2}$ T13°
 УЭП 0,697 Ca 30 Na11 Mg9 Д 0,1 л/с

Родник Афениз в зоне отдыха
 $M_{0,6} \frac{HCO_3}{40} \frac{Cl}{7} \frac{SO_4}{3}$ T9°
 УЭП 0,664 Ca 37 Na 7 Mg 6 Д 0,3 л/с

Локальные зоны обводнения в породах таврической, эскиординской и карадагской серий (T₂-J₁ tv, es, J₂b). Таврическая и эскиординская серии представлены преимущественно глинистыми породами (аргиллиты, алевролиты), карадагская серия – вулканогенно-осадочными образованиями. Толща разбита разломами и трещинами. С глубиной породы уплотняются – это региональный водоупор.

Центр с. Трудолюбовка располагается непосредственно на породах вулканогенно-осадочной толщи, представленной лавами, туфами, туфопесчаниками, туфоаргиллитами, аргиллитами. В нижней части разреза развита мощная аргиллитовая брекчия. Мощность толщи – до 600 м. Она водоносна в верхних частях, подверженных экзогенной трещиноватости. Трещинно-грунтовые воды вулканогенно-осадочной толщи используются жителями с. Трудолюбовка для питья и хозяйственных нужд. В центре села опробован ряд колодцев и скважин (глубины – 10–15 метров). Вода жесткая и очень жесткая, гидрокарбонатно-кальциевая или гидрокарбонатно-магниева, пресная, щелочная.

с. Трудолюбовка, колодец, ул. Шевченко, 11
 $M_{0,8} \frac{HCO_3}{42} \frac{Cl}{5} \frac{SO_4}{3}$ T12°
 УЭП 1,070 Ca30 Mg19 Na1

с. Трудолюбовка, скважина, ул. Калинина, 9
 $M_{0,9} \frac{HCO_3}{27} \frac{SO_4}{15} \frac{Cl}{8}$ T12°
 Mg37 Ca 9 Na 4

Слаборазвитой трещиноватостью объясняется маловодность или полное отсутствие подземных вод трещинного типа в породах эскиординской серии. Это также подтверждается отсутствием выходов источников. Скважины, пробуренные в этих породах, либо малодебитны, либо безводны. Воды гидрокарбонатно-кальциевые или гидрокарбонатно-магниевые, солоноватые, очень жесткие.

с. Трудолюбовка, колодец, ул. Севастопольская
 $M_{1,4} \frac{HCO_3}{42} \frac{Cl}{4} \frac{SO_4}{4}$ T12°
 УЭП 1.470 Mg30 Na13 Ca7

Таврическая серия представляет собой мощную толщу глинистых сланцев, аргиллитов, алевролитов с отдельными прослоями песчаников. Породы смяты в складки, осложнены рядом крупных и большим количеством мелких разрывных нарушений. В толщах повышенной

трещиноватости можно встретить слабообводненные зоны. Воды пресные, гидрокарбонатно-магниевые или гидрокарбонатно-кальциевые, от умеренно жестких до очень жестких, щелочные.

Родник между горами Большой и Малый Кермен

$M_{1,0} \frac{HCO_3 34 SO_4 8 Cl 8}{UЭП 1,174 \quad Mg 27 \quad Ca 13 \quad Na 9}$ $T 11^\circ$

Родник на г. Патиль

$M_{0,5} \frac{HCO_3 43 Cl 4 SO_4 3}{UЭП 0,551 \quad Mg 21 \quad Ca 20 \quad Na 9}$ $T 11,5^\circ$ $D 0,17 л/с$

Летом 2001 года были опробованы верховья р. Бодрак:

Левый исток р. Бодрак

$M_{0,5} \frac{HCO_3 29 SO_4 16 Cl 5}{UЭП 0,583 \quad Ca 35 \quad Na 9 \quad Mg 6}$

Правый исток р. Бодрак

$M_{0,4} \frac{HCO_3 43 Cl 5 SO_4 2}{UЭП 0,474 \quad Mg 23 \quad Ca 18 \quad Na 9}$

Разрывная тектоника и трещиноватость образований фундамента – необходимые условия возможной их водоносности. К трещинным и трещинно-жильным можно отнести водопроявления в Московском и Ленинградском оврагах, где проходят линии разломов.

Родник Вербя в Московском овраге

$M_{0,6} \frac{HCO_3 35 Cl 14 SO_4 1}{UЭП 0,691 \quad Ca 21 \quad Na 16 \quad Mg 13}$ $T 10^\circ$

Мочажина в Ленинградском овраге (непересыхающая)

$M_{0,6} \frac{HCO_3 34 SO_4 10 Cl 6}{UЭП 0,547 \quad Ca 18 \quad Mg 17 \quad Na 15}$

В целом подземные воды бассейна р. Бодрак из различных стратиграфических подразделений не отличаются разнообразием, что, вероятно, связано с хорошей проницаемостью вмещающих пород. Все они несут на себе отпечаток атмосферного происхождения и приурочены к четвертичным отложениям и зонам повышенной трещиноватости различных по возрасту толщ.

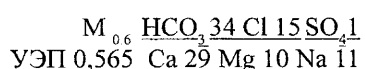
В районе исследования имеются и аномальные водопроявления. На северной окраине с. Трудолубовка существуют две скважины с подземными водами хлоридно-натриевого типа по преобладающим компонентам, солоноватые, мягкие. Одна скважина находится у самого подножия горы Белой, другая – по другую сторону шоссе на некотором расстоянии от первой. Эти воды сильно отличаются по составу от остальных подземных вод района исследования. Вероятно, что они поступают из более глубоких горизонтов. В результате откачки было определено, что подток наиболее соленых вод происходит со дна скважины:

$M_{1,8} \frac{Cl 40 SO_4 6 HCO_3 4}{UЭП 3,28 \quad Na 46 \quad Ca 3 \quad Mg 1}$

На горе Лесистой отмечены аномальные по химическому составу пластовые высачивания – сульфатно-магниевые, очень жесткие, щелочные:

$M_{1,8} \frac{SO_4 28 Cl 12 HCO_3 10}{Mg 24 \quad Na 15 \quad Ca 11}$

В процессе проводимых работ изучались воды, используемые для питья. Основную нагрузку по централизованному водоснабжению несет подрусловой поток р. Бодрак. Водозабор представляет собой резервуар, в который поступают воды подруслового потока (в с. Трудолюбовка его размеры 7,5×6×4,3 м). Такие же водозаборы существуют в пос. Скалистое. В с. Трудолюбовке летом 2001 г. воды хватало на три часа работы насоса мощностью 3 м³/ч, правда, туда добавляется вода из источника, расположенного рядом с водозабором, в левом борту р. Бодрак. Вода, поступающая в водопровод, пресная, гидрокарбонатно-кальциевая, жесткая, ближе к умеренно-жесткой, щелочная, пригодная для питья:

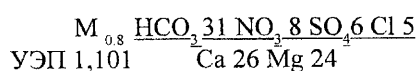


жесткость — 6,4 мг-экв./л
NO₃ — 20 мг/л

Поскольку водопроводной воды в летний период, как правило, не хватает, местные жители пользуются привозной и водой с собственных участков. В основном это колодцы и скважины в вулканогенно-осадочных породах байосского яруса или в аллювиальных отложениях Бодрака. По многолетним наблюдениям было определено, что повсеместно в подземных водах этих горизонтов наблюдается превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по нитратам. Особенно страдает байосская водоносная зона, которая характеризуется высокой уязвимостью, поскольку находится в зоне активного водообмена (отсутствуют защитные перекрывающие отложения), и все отходы (бытовые, хозяйственные, животноводства и пр.) попадают в подземные воды, используемые также и для питья. В силу экономических причин местное население активно занимается сельским хозяйством и животноводством; гипсометрически выше над домами деревни расположена свиноферма. В результате наблюдается двойное, а порой и тройное превышение ПДК по нитратам в водах байосской локальной водоносной зоны.

Наблюдения показали, что в 2001 г. ситуация с соединениями азота в подземных водах района стала лучше. Анализы подземных вод в колодцах в правом борту Колхозного оврага (Q) показали, что содержания соединений азота не превышают ПДК. Максимальная концентрация нитратов составила 30 мг/л, аммония — 0,1 мг/л. Однако в колодцах и скважинах байосского горизонта в центре Трудолюбовки содержание нитратов меняется от 65 до 110 мг/л, аммония — до 1,7 мг/л (улицы Калинина и Шевченко, несколько домов по ул. Севастопольская).

Данные химического анализа по ул. Калинина, д.19:



В отдельных колодцах в аллювиальных отложениях р. Бодрак в 2001 г. наблюдалось увеличение нитратов от 45 до 94 мг/л. Как правило, воду из этих колодцев стараются

использовать для хозяйственных нужд. Были опробованы и поверхностные воды. Содержания нитратов – от 3 до 29 мг/л, аммония – до 3 мг/л. В 1998–2000 гг. уровень азотного загрязнения был гораздо выше (отмечались точки с концентрацией нитратов до 250 мг/л). В связи с этой проблемой среди местных жителей проводилась просветительская работа по вопросам качества питьевых вод.

Литература

Гидрогеология СССР. Т. VIII, Крым. М.: Недра. 1970. 364 с.

Коротков А.И. Гидрогеологические условия района Куйбышево-Голубинка. Л.: Изд-во ЛГИ. 1973. 35 с.

Семенова В.М. Гидрогеологические условия междуречья Бодрак и Кача // Очерки гидрогеологии Крыма: Тр. Крымск. геол. науч.-учеб. центра им. проф. А.А. Богданова. Вып.1. 1997. М.: Изд-во МГУ. С.120-130.