

АНАЛИЗ ДАННЫХ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕВЕРО-СИВАШСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА

К.Я. БУЛАХОВА, С.М. СУДАРИКОВ

*Санкт-Петербургский горный университет
2, 21-я линия, Васильевский остров, Санкт-Петербург 199106, Россия
email: bulahova.k@gmail.com, sergei_sudarikov@mail.ru*

Проанализированы результаты гидрогеохимического мониторинга водоносного комплекса сармат-мэотис-понтических отложений Северо-Сивашского артезианского бассейна. Использованы данные режимных наблюдений по 16 эксплуатационным скважинам, полученные в период с 2014 по 2017 гг. Для выявления зависимостей между изменением концентраций нормируемых компонентов проведен корреляционный и регрессионный анализ. Полученные результаты позволяют оценить основные факторы формирования химического состава подземных вод. На современном этапе происходит подтягивание метаморфизованных вод из нижних толщ комплекса, что приводит к повышению величины минерализации. Формирование сульфатных вод прежде всего связано с особенностями геологического строения, а именно с огипсованностью четвертичных отложений и наличием гидравлической связи с вышележащими водоносными горизонтами. Одной из причин формирования сульфатных вод является техногенное воздействие, связанное с близким расположением кислотонакопителя, содержащего серные стоки. Полученные результаты позволяют перейти к следующему этапу исследования — созданию природной гидрогеологической модели участка исследования и проведению термодинамического моделирования.

Ключевые слова: сармат-мэотис-понтический водоносный комплекс; Северо-Сивашский артезианский бассейн; корреляционный и регрессионный анализ; формирование подземных вод.

DOI:10.32454/0016-7762-2019-3-64-71

ANALYSIS OF THE DATA OF HYDROGEOCHEMICAL MONITORING OF GROUNDWATER IN THE NORTH SIVASH ARTESIAN BASIN

K.YA. BULAKHOVA, S.M. SUDARIKOV

*Saint-Petersburg Mining University
2, 21st Line, Vasilievsky island, St. Petersburg 199106, Russia
email: bulahova.k@gmail.com, sergei_sudarikov@mail.ru*

The results of hydrogeochemical monitoring of the Sarmat-Meotis-Pontic sediments aquifer complex of the North Sivash artesian basin have been analyzed. The analysis based on a routine observations for 16 producing wells. The observations were made in the period from 2014 to 2017 years. A correlation and regression analysis has been made for definition of dependencies between changes in the concentrations of the normalized components. The results obtained allow us to evaluate the main factors of formation of the chemical composition of groundwater. At the present stage, metamorphosed waters are pulled up from the lower strata of the complex, that leads to an increase in the amount of mineralization. The formation of sulphate waters is primarily associated with the peculiarities of the geological structure, namely, the high gypsum content of quaternary deposits and the presence of hydraulic connection with the overlying aquifers. One of the reasons for the formation of sulphate waters is the anthropogenic impact associated with the close location of the acid accumulator containing sulfur tailing. The results obtained allow us to proceed to the next stage of the survey — the creation of a natural hydrogeological model of the research area and the carrying of the thermodynamic modeling.

Key words: Sarmatian-Meotic-Pontian aquifer complex; North Sivash artesian basin; correlation and regression analysis; the formation of groundwater.

В настоящее время изучение подземных вод северной части Республики Крым является актуальной задачей, так как проблема обеспеченности населения и промышленности водными ресурсами носит исключительный характер. Ранее для реше-

ния этой проблемы по Северо-Крымскому каналу на полуостров ежегодно поступало 1200 млн. м³ днепровской воды. Однако после присоединения АР Крым к России в 2014 г. поставки воды с Украины по каналу прекратились.

Отсутствие крупных поверхностных водотоков и пресных озёр на территории Северного Крыма определяют необходимость организации хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения на сегодняшний день исключительно за счёт подземных вод. Однако использование подземных вод в значительной мере осложняется текущей гидрогеохимической обстановкой: интенсивная добыча подземных вод сопровождается повышением их минерализации и изменением химического состава.

В северной части Крымского п-ова развиты многочисленные солёные озёра, некоторые из них в настоящее время используются в качестве накопителей высокоминерализованных рассолов; стоков содового и бромного производств. Одно из соляных озёр используется в качестве кислотонакопителя, куда сбрасываются стоки с серной кислотой, а также хозяйственно-бытовые сбросы жителей близлежащих городов и поселков.

Таким образом, основной целью исследования является выявление зависимостей между изменением основных нормируемых компонентов, а также обоснование основных природных и техногенных факторов формирования химического состава подземных вод сармат-мэотис-понтического водоносного комплекса.

Методы исследования

В качестве исходных данных для исследования текущей гидрогеохимической ситуации на изучаемой территории использована информация, полученная при проведении мониторинговых исследований.

Для анализа гидрогеохимического режима водоносного комплекса сармат-мэотис-понтических отложений использованы данные режимных наблюдений по 16 эксплуатационным скважинам, полученные с 2014 по 2017 гг., включающие результаты замеров дебита скважин и химического анализа подземных вод. По имеющимся данным были построены графики зависимости водоотбора и минерализации добываемых вод, графики изменения минерализации, жесткости, величины сухого остатка, концентрации хлорид-иона и сульфат-иона с течением времени эксплуатации для каждой скважины.

К основным нормируемым компонентам, в наибольшей степени отвечающим за рост величины сухого остатка подземных вод на рассматриваемом участке, относятся хлорид-ион, сульфат-ион, а также такой показатель, как общая жесткость, определяемая суммой солей кальция и магния. На основе имеющихся данных был проведён корреляционный и регрессионный анализы для выявления зависимостей между изменением величины сухого остатка, содержания сульфат-иона и хлорид-иона,

а также для нахождения закономерностей изменения нормируемых компонентов. Корреляционный анализ основных химических показателей произведен с помощью программы Statistica Version 13.3.

Построены регрессионные прогнозные модели изменения величины минерализации и основных нормируемых компонентов. Задачей построения прогнозных моделей является определение времени достижения ПДК по нормируемым компонентам. Наиболее надёжным показателем можно считать величину минерализации и сухого остатка, суммирующую все флуктуации концентраций отдельных компонентов во времени под влиянием различных факторов. С другой стороны, понятно, что такой прогноз целесообразен для водопунктов, в которых величина показателей пока еще далека от нормы ПДК, для которых удалось выявить существенный тренд изменения показателей.

Анализ результатов гидрохимического мониторинга подземных вод

В качестве исходных данных для изучения текущей гидрогеохимической ситуации на изучаемой территории принимается информация, полученная при проведении гидрохимического мониторинга, который выполнялся в период 2014—2017 гг. Работы по мониторингу проводились по 16 скважинам 2357—2372 (рис. 1).

Добываемые скважинами 2357—2364 подземные воды в начале эксплуатации были пресными — значения минерализации составили 0,43—0,76 г/л. В скважинах 2365—2372 подземные воды в 2014 г. отличались невысокой минерализацией в пределах 1,00—3,6 г/л., наблюдалось превышение ПДК по величине минерализации, общей жёсткости и концентрации хлорид-иона.

Изменение величины минерализации и основных нормируемых компонентов

По имеющимся данным построены и проанализированы временные графики изменения эксплуатационного дебита скважин (водоотбора) и минерализации добываемых вод, графики изменения минерализации, жесткости, концентрации хлорид-иона и сульфат-иона в процессе эксплуатации. Полученные результаты позволяют судить о возможной связи интенсивности отбора воды и изменения её химического состава.

Выделены скважины, в которых изменение минерализации в большей степени зависит от водоотбора. В скважинах 2365, 2366, 2372 наблюдается прямая зависимость между величиной минерализации и объёмом добываемых вод. Характерный график изменения водоотбора и минерализации в этих скважинах представлен на рис. 2. Повышение

Масштаб 1:200000



Рис. 1. Обзорная карта-схема района работ: 1 – граница Российской Федерации, 2 – дороги, 3 – населенный пункты, 4 – скважина, 5 – разрез по линии I-I

уровня водоотбора до 40 м³/мес. и более приводит к увеличению минерализации на 400–600 мг/дм³. Снижение водоотбора до 30–38 м³/мес. позволяет стабилизировать величину минерализации на уровне 1,1–1,2 г/дм³.

Увеличение минерализации свидетельствует о постепенном засолении подземных вод, связан-

ном, возможно, с подтягиванием солёных вод из нижних частей водоносного комплекса сармат-мэотис-понтических отложений. Для улучшения качества подземных вод в данном случае возможно пересмотреть режим эксплуатации скважин.

Ко второй группе можно отнести скважины 2367–2371, для которых характерно сохранение

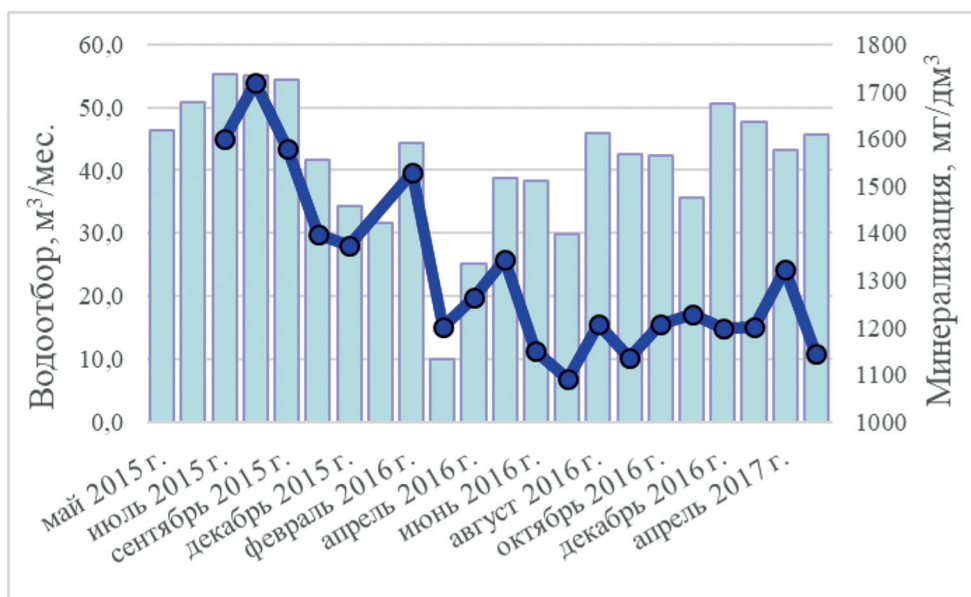


Рис. 2. График изменения водоотбора и минерализации в скважине № 2372; гистограмма водоотбора с графиком изменения минерализации по времени

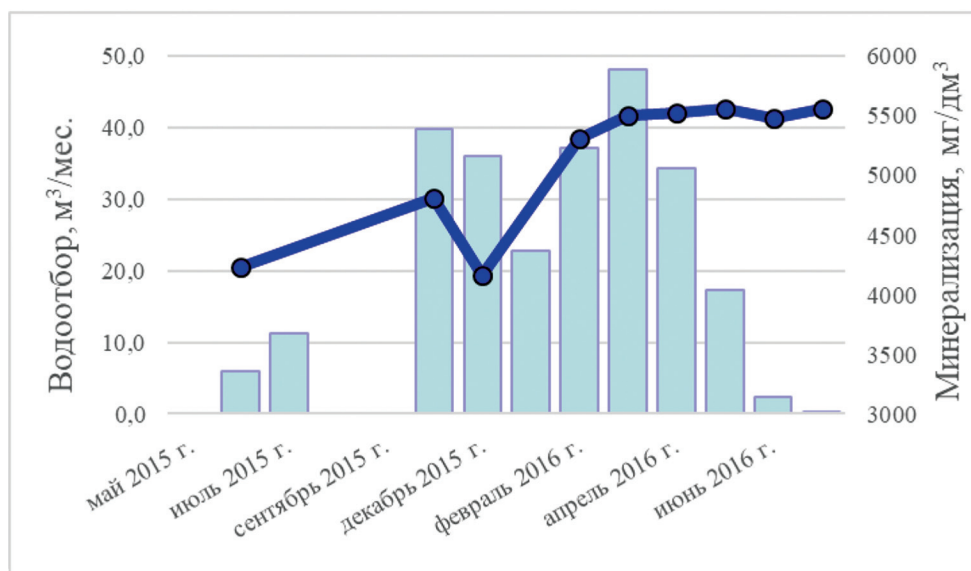


Рис. 3. График изменения водоотбора и минерализации в скважине № 2368; гистограмма водоотбора с графиком изменения минерализации по времени

тренда на увеличение минерализации при периодической эксплуатации, чередующейся с отсутствием водоотбора (рис. 3).

На основе имеющихся данных был проведён корреляционный анализ для выявления зависимостей между изменением нормируемых гидрохимических показателей: сухого остатка, концентрации сульфатов и хлоридов, а также общей жесткости, определяемой суммой солей кальция и магния. Значения величины минерализации определялись не для каждой пробы, поэтому в корреляционном анализе использовалась величина сухо-

го остатка, которая была определена в каждой пробе.

Анализируя результаты корреляционного анализа, можно выделить несколько групп скважин, в которых характер изменения химического состава подземных вод аналогичен, а также прослеживаются одинаковые зависимости между основными показателями состава вод.

Скважины 2357—2364 (I группа). Корреляционная матрица данного участка представлена в табл. 1. Объем выборки составляет 87 проб (2014—2017 гг.). Красным цветом в таблице выделены статистичес-

Таблица 1

Корреляционная матрица скважин I группы

Переменные	Среднее отклонение	Стандартное отклонение	Na+K	Ca	Mg	HCO ₃	SO ₄	Cl	Fe	Сухой остаток
Na+K	432,55	535,61	1,00							
Ca	85,13	54,18	0,04	1,00						
Mg	43,09	25,70	0,19	0,34	1,00					
HCO ₃	206,90	347,23	0,05	0,12	0,28	1,00				
SO ₄	230,54	160,05	0,10	-0,02	0,01	0,02	1,00			
Cl	382,65	332,87	0,30	0,35	0,67	0,30	-0,08	1,00		
Fe	0,07	0,08	0,23	0,02	0,23	0,34	0,02	0,18	1,00	
Сухой остаток	1152,99	723,17	0,28	0,44	0,72	0,34	0,01	0,96	0,18	1,00

кие значимые на уровне 0,05 коэффициенты корреляции. Значимость коэффициентов корреляции была проверена по таблице критических значений для коэффициента корреляции Пирсона для различных объёмов выборки (при $n = 87$, $r_{0,05} = 0,2$, полученные значения намного больше табличных, что подтверждает значимость вычисляемых коэффициентов корреляции).

Для данной группы скважин характерна сильная корреляционная зависимость между величиной сухого остатка и концентрации ионов кальция, магния и хлора, коэффициент корреляции составляет 0,44, 0,72 и 0,96 соответственно. Также

отмечается тесная связь между изменением концентрации хлор-иона и концентрации ионов магния и кальция, коэффициент корреляции 0,67 и 0,35.

Следует отметить, что при проведении корреляционного анализа для каждой отдельной скважины выявлено, что для скважин 2357 и 2358 типична сильная корреляционная связь между величиной сухого остатка и сульфат ионом (коэффициент корреляции изменяется от 0,66 до 0,85), угловые коэффициент перед переменными практически одинаковы (рис. 4).

Был проведён корреляционный анализ для участка, на котором сосредоточены скважины

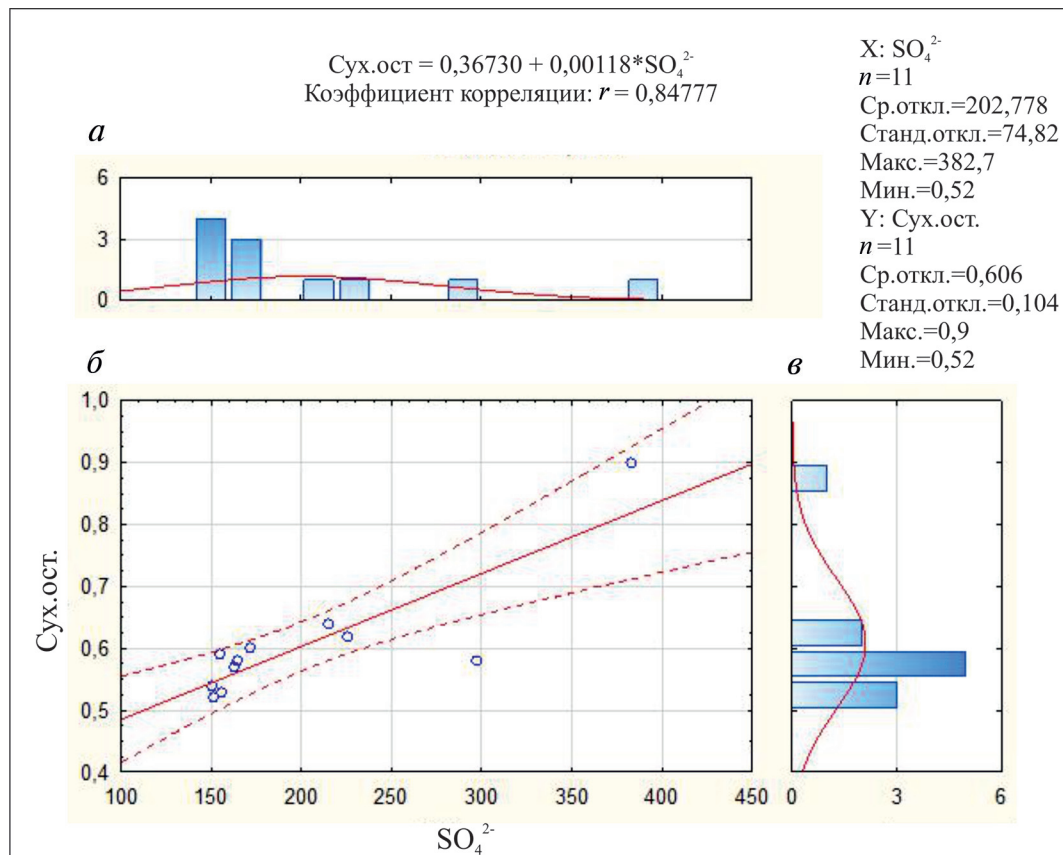


Рис. 4. а – гистограмма распределения концентрации сульфат-иона с графиком нормального распределения; б – график регрессии величины сухого остатка по сульфат-иону для скважины 2358; в – гистограмма распределения величины сухого остатка с графиком нормального распределения

Корреляционная матрица скважин II группы

Переменные	Среднее отклонение	Стандартное отклонение	Жёсткость	Na+K	Ca	Mg	HCO ₃	SO ₄	Cl	Fe	Сухой остаток
Жесткость	21,38	10,23	1,00								
Na+K	845,81	1460,48	0,49	1,00							
Ca	187,57	61,48	0,97	0,48	1,00						
Mg	145,72	86,03	0,98	0,50	0,96	1,00					
HCO ₃	245,23	21,27	0,14	0,11	0,15	0,15	1,00				
SO ₄	152,11	86,43	0,62	0,38	0,58	0,65	0,22	1,00			
Cl	1667,72	1070,00	0,98	0,50	0,98	0,99	0,14	0,63	1,00		
Fe	0,71	7,47	-0,07	-0,03	-0,08	-0,07	0,03	0,09	-0,07	1,00	
Сухой остаток	3064,62	1805,94	0,97	0,50	0,97	0,99	0,14	0,64	0,99	-0,09	1,00

Таблица 3

Уравнения зависимости основных нормируемых компонентов

I группа	II группа
Сухой остаток = 357,5 + 2,077 Cl	Сухой остаток = 266,58 + 1,678 Cl
Сухой остаток = 1146,6 + 0,027 SO ₄	Сухой остаток = 1018,2 + 13,453 SO ₄
Сухой остаток = 990,8 + 0,374 Na+K	Сухой остаток = 2545,5 + 0,613 Na+K
Сухой остаток = 654,57 + 5,85 Ca	Сухой остаток = -2261 + 28,392 Ca
Сухой остаток = 276,4 + 20,342 Mg	Сухой остаток = 37,075 + 20,776 Mg
Cl = 197,48 + 2,17 Ca	Cl = -1517 + 16,981 Ca
Cl = 7,46 + 8,706 Mg	Cl = -131,1 + 12,344 Mg

2365-2372 (II группа). Корреляционная матрица данного участка представлена в табл. 2. Объём выборки составляет 225 проб (2014—2017 гг.). Красным цветом в таблице выделены статистические значимые на уровне 0,05 коэффициенты корреляции. Значимость коэффициентов корреляции была проверена по таблице критических значений для коэффициента корреляции Пирсона для различных объёмов выборки (при $n = 225$, $r_{0,05} = 0,12$, полученные значения намного больше табличного, что подтверждает значимость вычисляемых коэффициентов корреляции).

Для данной группы скважин характерна сильная корреляционная зависимость между величиной сухого остатка и концентраций ионов кальция, магния и хлора, коэффициенты корреляции 0,97, 0,99, 0,99; значительная линейная связь прослеживается между изменением концентрации хлор-иона и концентрации ионов магния и кальция, коэффициент корреляции равен 0,99 и 0,98 соответственно.

Многолетний опыт проведения статистической обработки гидрогеологических исследований показывает, что концентрации макрокомпонентов, содержащихся в подземных водах, подчиняются нормальному закону распределения. Для оценки нормального закона распределения выборки был использован χ^2 критерий Пирсона, который рассчитан с помощью программы Statistica Version 13.3.

Для обоих участков были рассчитаны уравнения линейной зависимости между компонентами

состава (табл. 3). Уравнения зависимости основных нормируемых компонентов достаточно схожи, угловой коэффициент перед основными нормируемыми компонентами аналогичен. Таким образом, характер изменения химического состава практически идентичен.

Отличительной особенностью являются зависимости изменения концентрации кальция и магния с хлор-ионом. Более высокое значение углового коэффициента говорит о значительной скорости изменения концентрации. Таким образом, для скважин II группы типичен более интенсивный приток магниевых-кальциевых вод, чем для скважин I группы.

Обсуждение результатов

Выявленные на основании анализа режимных наблюдений закономерности говорят о геохимической неоднородности водоносного комплекса сармат-мэотис-понтических отложений. Одной из причин может быть изменчивость фильтрационных параметров водовмещающих пород. Водообильность пород меняется по площади и с глубиной в зависимости от степени закарстованности известняков и приводит к различной интенсивности притока минерализованных вод при изменении водоотбора. Водопроницаемость мэотических отложений в целом заметно ниже водопроницаемости понта, однако большой разброс конкретных значений этого показателя для мэотичес-

кого горизонта свидетельствует о возможности существования зон в разной степени благоприятных для подтока солёных вод [1].

Анализ изменчивости минерализации добываемых вод в процессе эксплуатации водоносного комплекса сармат-мэотис-понтических отложений свидетельствует о том, что засоление подземных вод происходит, вероятнее всего, за счёт притока более минерализованных вод из нижних частей водоносной толщи. Подтягивание солёных вод по площади, как основную причину засоления водоносного комплекса, можно исключить, поскольку в плане четкой закономерности положения границ, разделяющих подземные воды с различной минерализацией, не прослеживается.

На повышение минерализации подземных вод сармат-мэотис-понтических отложений в первую очередь влияет приток хлоридных магниевых вод, это прослеживается практически для всех скважин, кроме 2357, 2358. При этом отмечается сильная корреляционная связь не только между изменением сухого остатка и концентрацией хлорид-иона, кальция и магния, но также связь между концентрациями хлорид-иона и кальция, хлорид-иона и магния.

Таким образом, химический состав подтягиваемых вод позволяет предполагать, что на более глубоких горизонтах сармат-мэотис-понтического водоносного комплекса происходит процесс метаморфизации седиментогенных вод. Это явление ярко выражено непосредственно на южной части территории (*II группа скважин*), в приосевой зоне Северо-Сивашского прогиба.

Процессы метаморфизации подземных вод в неогеновых отложениях артезианских бассейнов слабо изучены. Основной фактор формирования данных типов вод является палеогидрогеологический. Трансгрессия моря началась в среднем миоцене и достигла максимума в нижнем сармате, это была трансгрессия мелкого моря и оно покрыло весь Крымский п-ов. В конце сармата равнинный Крым частично осушился, но затем началась мэотическая трансгрессия [3]. В результате испарительного концентрирования морской воды происходило формирование рассолов. В дальнейшем такие рассолы захоронились вместе с вмещающими

осадочными породами и подверглись геохимической метаморфизации в этих породах в ходе геологической эволюции структур. Изменение химического состава рассолов происходило по общей схеме $Cl-Mg \rightarrow Cl-Mg-Na \rightarrow Cl-Mg-Ca \rightarrow Cl-Ca-Mg \rightarrow Cl-Ca-Na \rightarrow Cl-Ca$, при этом увеличивалась минерализация (это связано с тем, что кальций имеет почти в два раза большую атомную массу, чем магний) [2].

В результате метаморфизации происходило уменьшение концентрации сульфатов и замена магния и натрия, преобладающих в первичных водах, на кальций, а также увеличение минерализации подземных вод.

Генетическими признаками метаморфизованных рассолов являются характерные геохимические соотношения Cl/Bg и Na/Cl . Для подземных вод типично повышенное содержание бром-иона от 0,6 до 22 мг/л, при этом значения отношения Cl/Bg изменяются от 150 к 20,5. Низкие значения отношения являются особенностью формирования седиментогенных вод. Вследствие малого содержания натрия седиментогенные рассолы имеют низкие значения отношения Na/Cl , для подземных вод характерно уменьшение данного соотношения от 2 до 0,4, что также является признаком формирования метаморфизованных вод.

Для скважин 2357, 2358 отмечается увеличение величины минерализации из-за роста концентрации сульфат-иона. Формирование сульфатных вод прежде всего связано с особенностями геологического строения, так как в средне-верхнеплиоценовых и четвертичных отложениях отмечается наличие кристаллов гипса. В геологическом разрезе участка исследования отмечаются зоны с гидравлической связью сармат-мэотис-понтического водоносного комплекса и вышележащих водоносных горизонтов, воды которых относятся к сульфатному типу.

Несмотря на достаточно удалённое расположение I и II группы скважин, прослеживается тенденция — практически близкая скорость изменения основных нормируемых компонентов.

При этом для *II группы* типично более быстрое изменение компонентов, что связано с более интенсивным подтягиванием метаморфизованных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булахова К.Я. Ухудшение качества подземных вод на территории северной части Республики Крым // Геология в развивающемся мире: сборник научных по материалам XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. 3. Пермь, 2018. С. 104.
2. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. Издание второе, дополненное / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швеиц. М., ЦентрЛит-НефтеГаз, 2012. 672 с.
3. Гидрогеология СССР. Том VIII. Крым / Ред. Е.В. Рипский, Е.А. Ришес, В.Г. Ткачук, Н.И. Толстухин. М.: Недра, 1971. 364 с.
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2016 году / Под редакцией В.Н. Васильева; Симферополь, 2016. 315 с.
5. Двойченко П.А. Гидрогеологический очерк населенных пунктов Перекопского уезда : 1910 г / П. Двойченко. Симферополь: Тавр. губ. земство, 1910 (обл. 1911). 36 с.
6. Лушик А.В. Подземные воды карстовых платформенных областей юга Украины / А.В. Лушик, В.И. Морозов, В.П. Мелешин и др. Киев: Наук. думка, 1981. 200 с.
7. Подземные воды СССР: Обзор подземных вод Крымской области / Киев: М-во геологии СССР. Всесоюз. геол. фонд. Трест «Киевгеология». Т. 2. Буровые на воду скважины. Кн. 5,

- Красноперекопский район / Сост. Е.А. Ришес, Н.В. Полякова, А.П. Пяткина и др. 1969. 285 с
8. Подземные воды СССР: Обзор подземных вод Крымской области / Киев: М-во геологии СССР. Всесоюз. геол. фонд. Трест «Киевгеология». Т. 3. Результаты химических и бактериологических анализов / Сост. Е.А. Ришес, Н.В. Полякова, А.П. Пяткина [и др.]. 1969. 285 с.
9. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества. Введен 2001-09-01. М., 2001. 62 с.
10. Статистические методы обработки экспериментальных данных: Методические указания к лабораторным занятиям / Сост.: С.М. Судариков; Санкт-Петербургский государственный горный университет. СПб., 2011. 37 с.

REFERENCES

1. Bulakhova K.Ya. Improvement of underground water quality at the northern part of the republic of Crimea. *Geology in the developing world: XI Collection of scientific papers*. 2018, V. 3, pp. 104–107. (In Russian)
2. Kraynov C.R., Ryzhenko B.N., Shvets V.M. *Geochemistry of groundwater. Theoretical, applied and environmental aspects*. M., CenrtLitNefteGaz Publ., 2012, 672 p. (In Russian)
3. Ripskiy E.V., Rishes E.A., Tkachuk V.G. et.al. *Hydrogeology of the USSR. Volume VIII. Crimea*. M., Nedra Publ., 1971, 364 p. (In Russian)
4. *Report on the state and protection of the environment on the territory of the Republic of Crimea in 2016*. Edited by V.N. Vasiliev; Simferopol, 2016, 315 p. (In Russian)
5. Dvoichenko P.A. *Hydrogeological essay settlements of Perekop District*, 1910. Simferopol, Taurus, lips Zemstvo, 1910, 36 p. (In Russian)
6. Luschi A.V. *Groundwaters of karst platform regions of the south of Ukraine*. Kiev, Nauk. Dumka Publ., 1981, 200 p. (In Russian)
7. Riches E.A., Polyakova N.V., Pyatkina A.P. et al. *Groundwaters of the USSR: Overview of groundwaters of the Crimean region. Volume 2: Drilling on water wells. Book 5, Krasnoperekopsky district*. Kiev, The Ministry of Geology of the USSR, All-Union. geol. fund. trust «Kievgeology» Publ, 1969, 285 p. (In Russian)
8. Riches E.A., Polyakova N.V., Pyatkina A.P. et al. *Groundwaters of the USSR: Overview of groundwaters of the Crimean region/ Volume 3: Results of chemical and bacteriological analyzes*. Kiev, The Ministry of Geology of the USSR, All-Union. geol. fund. trust «Kievgeology» Publ., 1969, 285 p. (In Russian)
9. СанПиН 2.1.4.1074-01 *Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized water supply systems. Quality control. Introduced 2001-09-01*, M., 2001, 62 p. (In Russian)
10. *Statistical methods for processing experimental data. Guidelines for laboratory work*. Comp. S.M. Sudarikov. St. Petersburg, St. Petersburg State Mining University Publ., 2011, 37 p. (In Russian)