

УДК 502:351:853 (292.471)

В. Г. Кобечинская<sup>1</sup>  
Л. В. Хижняк<sup>2</sup>

## **Разногодичная динамика оценки качества водообеспечения в северном Крыму**

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени  
В. И. Вернадского», Таврическая академия (структурное  
подразделение), г. Симферополь, Республика Крым,  
Российская Федерация  
e-mail: valekohome@mail.ru<sup>1</sup>, lilia\_mishina@mail.ru<sup>2</sup>

**Аннотация.** Проведена оценка по санитарно-гигиеническим и гидрохимическим показателям Воронцовского водозабора и водопроводной воды для г. Красноперекопска в динамике за 2 года с учетом сезонного аспекта. По санитарно-химическим параметрам выявлено превышение нормированных значений по общей карбонатной жесткости воды в 4,5–5,3 раза, растворенных хлоридов почти в 3 раза, растворенных нитритов в 1,3 раза, по сухому остатку в 2,6–4 раза. Насыщенная потребность для снабжения качественной водой жителей города Красноперекопска обеспечить максимально быстро установки для обессоливания воды методом обратного осмоса.

**Ключевые слова:** водообеспечение, ведущие загрязнители, оценка качества, северный Крым.

### **Введение**

Доступные запасы пресной воды в Крыму по ряду причин очень маленькие. Особенно страдает от нехватки качественной воды Северный Крым [1]. Постоянный дефицит пресной воды в условиях неработающего Северо-Крымского канал, отключенного Украиной в 2014 г, привела к ощутимому снижению качества и количества воды в этом регионе [2, 3].

По состоянию на 2019 год в Крыму разведанные и оцененные запасы подземных вод с минерализацией до 1,5 г/л составляют 386 млн м<sup>3</sup>. Из-за возросшей интенсивности водозаборов, значительная часть их находится в сложных условиях эксплуатации. На 184 месторождениях наблюдается повышенная минерализация, превышающая требования СанПиН [4].

Для регионального уровня развития северного Крыма акценты экологически допустимых нагрузок на водные экосистемы смещены в сторону взаимодействия природно-ресурсного потенциала и хозяйственного комплекса территории. Местные органы власти, превратившиеся в более самостоятельный субъект управления, с учетом усиления экономической конкуренции и резким возрастанием антропогенной нагрузки на окружающую среду, вынуждены думать об усилении социальной напряженности из-за ухудшения водообеспеченности региона, что негативно влияет на здоровье населения [5]. Поэтому в городе Красноперекопске — индустриальном центре химической промышленности Крыма стратегия социально-экономического развития должна планироваться и реализовываться совместными усилиями органов власти, представителей частного бизнеса и государственных предприятий, общественных организаций, а также органов территориально-общественного самоуправления с привлечением и потенциальных внешних инвесторов.

Город Красноперекопск, расположен в северной части Крыма на берегу озера Старого к югу от Перекопского перешейка, связывающего полуостров с материком. Распоряжением Правительства РФ № 1398-р от 29.07.2014 (ред. от 13.05.2016) «Об утверждении перечня моногородов», он включён в список моногородов Российской Федерации с наиболее сложным социально-экономическим положением [6].

Подача питьевой воды населению г. Красноперекопска и прилегающих сёл Красноперекопского района (Совхозное, Таврическое, Рисовое, Почетное, Пятихатка), осуществляется из Воронцовского водозабора, расположенного в 12 км к югу от этого города на территории Ильинского сельского совета Красноперекопского района с утвержденным эксплуатационным запасом подземных вод 59 тыс. м<sup>3</sup>/сутки и установленным лимитом забора подземных вод для города — 15,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Запасы подземных вод этого водозабора находятся в водоносном слое понт-маотис-сарматских отложений. Он состоит из 6 артезианских скважин с глубиной залегания водоносного горизонта от 60 до 78 метров и эксплуатируется Красноперекопским филиалом ГУП РК «Вода Крыма» [7].

Острейшая проблема этой территории в том, что промышленные предприятия региона после отключения канала, воду которого они использовали в своей деятельности, перешли на водозабор этих же подземных ресурсов. Сейчас в результате избыточной откачки из подземных горизонтов резко ухудшились параметры воды Воронцовского водозабора и ныне это самое низкачественное водообеспечение проживающего населения в Республике Крым. Строительство систем специальной доочистки воды мощностью 15 тыс. м<sup>3</sup> планируется ввести в строй только в 2022 г. Ныне имеются на территории города 2 маломощные станции доочистки воды по 300 м<sup>3</sup> для двух микрорайонов, что не решает проблем с качеством водоснабжения города.

Существуют два подхода в решении этого вопроса. Применить для очистки воды метод обратного осмоса с последующим смещением обессоленной и исходной подземной воды, далее сбрасывание концентрированных рассолов с канализационными стоками в море. Этот метод подробно изложен Протасовским Е. М. и Бубыревым Д. И. [8] для улучшения качества воды из другого водозабора — Исходненского, который используется для водоснабжения г. Армянска (он находится в 10 км к северу от г. Красноперекопска). К сожалению, запасы этих водозаборов не в состоянии обеспечить достаточные потребности в водных ресурсах существующих химических предприятий, т. е. их дефицит для промышленных нужд данного промышленного района оценивается в 19,69 млн м<sup>3</sup>/год [2]. Второе решение — планируется к 2030 г построить опреснительные установки для получения технической пресной воды из морской для их потребностей, с учетом построенных новых электростанций на полуострове и наличия сейчас избыточных энергетических мощностей. Правда, экологические последствия сброса концентрированных рассолов в морские экосистемы ещё требуют дополнительных экологических проработок и соответствующей экспертизы.

Поэтому важно дать объективную оценку основным санитарно-экологическим показателям качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения в г. Красноперекопске с учетом сезонных колебаний.

## Материалы и методы

В рамках поставленных задач исследования было проведено санитарно-гигиеническое и гидрохимическое исследование водопроводной воды. Экспериментальная часть работы проводилась в 2018–2019 гг. на базе аккредитованного испытательного лабораторного центра (филиал в г. Красноперекоск) Межрегионального управления Роспотребнадзора по Республике Крым и городу Севастополю.

Отбор проб питьевой воды проводили в соответствии с действующими нормативными документами. Были проведены анализы бактериологических и санитарно-микробиологических показателей качества питьевой воды и соответствия ее качества нормативным требованиям СанПиН 2.1.4.1074–01 [9]. При проведении физико-химических и микробиологических исследований руководствовались Государственными санитарными нормами и правилами «Гигиенические требования к воде питьевого назначения» централизованного и нецентрализованного водоснабжения (СанПиН 2.1.4.1074–01, СанПиН 2.1.4.1175–02, СанПиН 2.1.4.2653–10 [9–11]). Использовались стандартные методики количественного химического анализа с оценкой физических, химических и санитарно-бактериологических показателей качества воды [12].

Объектом исследования была питьевая вода, отобранная на Воронцовском водозаборе и централизованной системы холодного водоснабжения г. Красноперекоска. Отбор проб проводился в 3-х кратной повторности каждые 10 дней по сезонам в течение 2018–2019 г. Всего исследованию было подвергнуто более 300 проб питьевой воды, далее рассчитывали среднемесячные и средние сезонные показатели физико-химических и бактериологических параметров питьевой воды и их соответствие нормам СанПиН РФ. Доставку проб питьевой воды в лабораторию осуществляли в контейнерах-холодильниках при температуре 6–10 °С. Срок начала исследований от момента отбора проб не превышал 6 ч. Анализ их в условиях лаборатории выполнялся в течение 2 ч после забора. Дата, место и время отбора проб, а также сроки начала работы фиксировались в рабочем журнале. Все полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики. Ошибка средней величины для данных составила  $\pm 0,5\text{--}2,0\%$  [13].

При исследовании санитарно-микробиологических показателей качества питьевой воды в каждой пробе анализировались: колиформные бактерии (в том числе *E. coli*), общее микробное число и др.; паразитологические показатели — цисты лямблий и ооцисты криптоспоридий (МУК 4.2.1018–01, МУК 4.2.2314-08) [14,15]. Для учета общего микробного числа, колиформных бактерий, других микроорганизмов использовались ускоренные методы анализа с использованием петрифильмов, иммунохроматографических экспресс-тестов, готовых селективных и индикаторных питательных сред и др. (МУК 4.2.2884–11, МР 24ФЦ, 513 МР 24 ФЦ/6289) [16–18]. Микробиологическое обеззараживание воды производится водоканалом активным хлором и гипохлоритом кальция согласно СанПиН 2.1.4.1074-01РФ [9, 19].

### Результаты и обсуждение

В табл. 1 приводятся сезонные данные по санитарно-микробиологическим исследованиям качества питьевой воды г. Красноперекоска. По результатам обработки всех протоколов анализов за 2 года патогенные микроорганизмы в питьевой воде выявлены не были. Это подтверждает эффективность обеззараживания воды на водонакопительных коллекторах г. Красноперекоска. Основные показатели ОМЧ, такие как ОКБ и ТКБ в пробах питьевой воды не обнаружены. Вода по этим показателям безопасна для потребителей.

**Таблица 1**  
**Санитарно-микробиологические исследования качества**  
**питьевой водопроводной воды г. Красноперекоск, 2018–2019 гг.**

№ п/п	Определяемый компонент	Единицы измерения	Результаты исследования	Гигиенический норматив	НД на методы исследования
1	Общее микробное число (ОМЧ)	КОЕ в 1 мл	не обнаружено	не более 50	МУК 4.2.1018-01, п. 8.1
2	Общие колиформные бактерии (ОКБ)	КОЕ ОКБ в 100 мл	Не обнаружено	отсутствие	МУК 4.2.1018-01, п. 8.2
3	Термотолерант-ные колиформные бактерии (ТКБ)	КОЕ ТКБ в 100 мл	не обнаружено	отсутствие	МУК 4.2.1018-01, п. 8.2

*Составлено авторами*

Приведем данные по санитарно-физическим параметрам используемой воды в этот же период по следующим параметрам: цвет, запах, вкус и мутность воды (табл. 2).

**Таблица 2**  
**Санитарно-физические показатели качества питьевой водопроводной воды**  
**по сезонам 2018–2019 , г. Красноперекоск**

№	Показатели	Нормативы	Июнь 2018	Август 2018	Ноябрь 2018	Ян-варь 2019	Март 2019	Апрель 2019
1	Запах, балл	2 (ГОСТ Р 5716 4-2016 п. 5.8.1)	1	1	0	0	1	0
2	Привкус, балл	2 (ГОСТ Р 5716 4-2016 п. 5.8.2)	1	2	1	1	1	1
3	Цветность, градус	20 (ГОСТ 31868-2012)	менее 10,0	менее 10,0	менее 5,0	менее 5,0	менее 5,0	менее 5,0
4	Мутность ГМФ, мг/л	2,6 (ГОСТ Р 571 64-2016 п. 6)	менее 1,98	менее 0,77	менее 0,56	менее 0,28	менее 0,52	менее 1,46

*Составлено авторами*

Несмотря на незначительные колебания показателей в течение года, все они не превышают установленные нормы СанПиН. Однако достаточно высокие значения санитарно-физических измерений по цветности и мутности говорят о необходимости проведения постоянного и тщательного мониторинга за качественными характеристиками воды. Значительные данные по мутности в июне 2018 г и в апреле 2019 г говорят о повышенном содержании донных примесей в воде. Это, возможно, обусловлено увеличением отбора воды из-за активных поливов сельскохозяйственных объектов и периодическим исчерпанием воды в скважинах, из-за чего в водопроводы попадают осадки со дна водозаборов.

Проанализирует данные по ряду санитарно-химическим показателям питьевой воды из Воронцовского водозабора с оценкой её качества в этот же период (табл. 3).

Таблица 3

**Санитарно-химические показатели качества питьевой воды из Воронцовского водозабора по сезонам 2018-2019 гг. в г. Краснопереконске**

№	Показатели	Норматив	июнь 2018	август 2018	ноябрь 2018	январь 2019	март 2019	апрель 2019
1	Жесткость общая, мг-экв./ л	7,0 (ГОСТ 31954- 2012)	32,1	37,7	36,3	34,8	34,4	36,2
2	Хлориды, мг/л	350 (ГОСТ 1245-72, п. 2)	944	1002	912	894	927	939
3	Нитраты, мг/л	45,0 (ГОСТ 33045- 2014)	48,8	42,3	49,7	31, 3	40,0	41,4
4	Железо, мг/л	0,3 (ГОСТ 4011-72, п. 2)	0,25	0,25	0,22	0,26	0,27	0,27
5	Сухой остаток, мг/л	1000 (ГОСТ 18164-72)	4002	3717	3428	3219	2622	3608
6	Водородный показатель, рН	6,0-9,0 (ПНД Ф 14. 1:2: 3:4. 121- 97)	7,24	7,26	7,26	7,25	7,26	7,23

*Составлено авторами*

Отмечено превышение норм питьевой воды по ведущим параметрам, резко ухудшающие её качество. Общая карбонатная жесткость воды в течение года (32,1–37,7 мг-экв/л) превышала в 4,5–5,3 раза существующие нормативные показатели, причем самые высокие параметры пришлись на летний период из-за резкого увеличения отбора из водозабора. Щелочность подземных и поверхностных природных вод определяется в основном наличием в ней гидрокарбонатов магния и кальция (бикарбонатная щелочность). Употребление большого количества щелочной воды нарушает нормальный уровень

pH организма, что может привести к метаболическому алкалозу (спутанность сознания, тошнота, рвота, дрожание конечностей, подёргивание мышц) [20]. Современные ионообменные фильтры для водоподготовки просты в эксплуатации, эффективны, значительно снижают уровень концентрации солей жесткости и их необходимо срочно применять для улучшения качества воды потребителям этого региона.

Содержание растворенных хлоридов в питьевой воде из Воронцовского водозабора почти в 3 раза превышало нормированные значения. Видимо, это обусловлено тем, что из-за неглубоких скважин и близкого залегания соленых вод при интенсивном заборе в летний период идет поступление соленых вод, повышающих засоление этого месторождения пресных подземных вод.

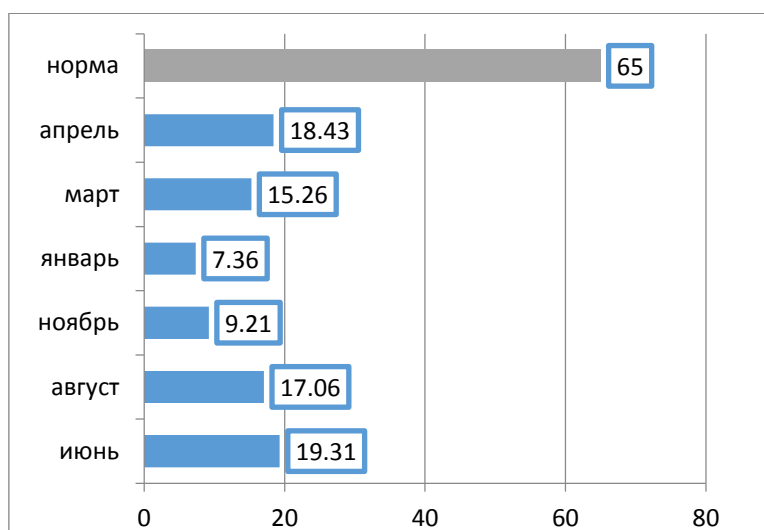
Содержание растворенных нитритов превышало нормативы в летне-осенний период, что косвенно говорит о насыщении водных скважин продуктами сельскохозяйственного производства. В будущем, управлению водного хозяйства г. Красноперекопска следует проводить мероприятия для денитрификации питьевой воды.

Также в питьевой воде было обнаружено железо (0,22–0,27 мг/л), приближающееся к верхним допустимым нормам (0,3 мг/л), что явно свидетельствующее об изношенности коммуникаций. Превышение показателя по сухому остатку (2622–4002 мг/л) при ПДК — 1000 мг/л, т. е. в 2,6–4 раза говорит об общем загрязнении водопроводных сетей природными солями и низкой степенью механической фильтрации воды, поступающей из подземных источников.

Следовательно, значительное отклонение по химическим показателям от норм СанПиН РФ при оценке качества питьевой воды на водозаборе косвенно свидетельствует об остром дефиците её в регионе в целом. Вследствие большого и интенсивного отбора воды из подземных горизонтов его, особенно в летний период, забирается множество химических элементов, которые через верховодок вымываются с полей, попадают в грунтовые воды, затем в водозабор и далее проникают в централизованную систему водоснабжения города при изношенности сетей более 67%. Как известно, в природных источниках всегда существует набор растворенных в воде солей, кислот, щелочей и газов. Содержащиеся в воде катионы и анионы в нормальных количествах положительно влияют на здоровье человека, обеспечивая функционирование его основных процессов жизнедеятельности.

После анализа качества воды из Воронцовского водозабора, был изучен минеральный состав питьевой водопроводной воды г. Красноперекопск по месяцам, поставляемой непосредственно потребителям. На рис. 1 видно, что все среднемесячные показатели по катионам  $Mg^{2+}$  не превышают нормативного порога ГСанПиН водопроводной воды [9]. Ион магния встречается в подземных водах в сравнительно небольших количествах и редко является преобладающим катионом. Магний участвует в формировании вторичных минералов (силикатов магния, доломитов и др.), обладает высокой адсорбционной способностью. Основным источником поступления магния в подземные воды является морская вода. Кроме того, он может поступать из атмосферы с осадками, в результате разложения минералов, содержащих магний, при выщелачивании доломитов. Содержание этого катиона по сезонам (рис. 1) колеблется в зимний период от 7,36 мг/л до максимальных значений в летний сезон (19,31 мг/л), но в целом

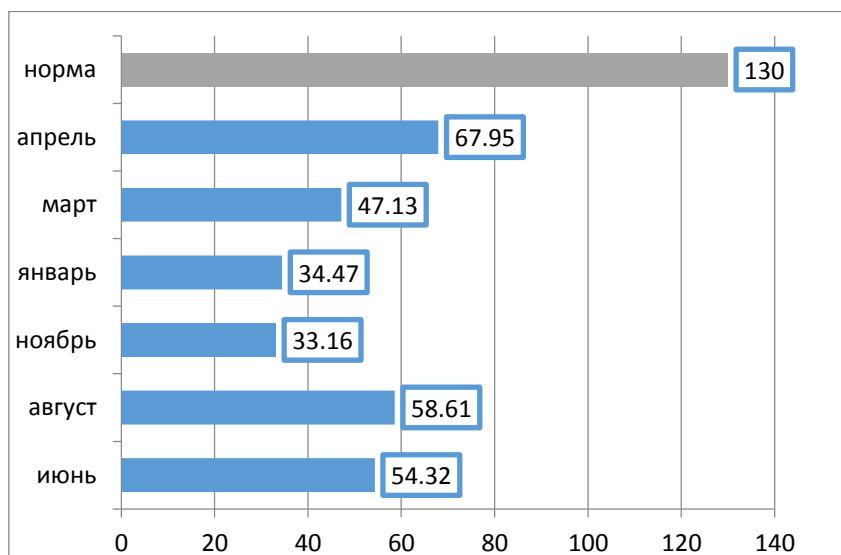
составляют не более одной трети и менее от количества допустимых нормативных значений (65 мг/л).



**Рис. 1.** Содержание катионов Mg<sup>2+</sup> в водопроводной воде г. Красноперекоск (июнь 2018 – апрель 2019), мг/л.

*Составлено авторами*

На рис. 2. представлены колебания содержания растворенных ионов катиона Ca<sup>2+</sup> в мг/л по сезонам года в водопроводной воде г. Красноперекоск. Хорошо видно, что все среднемесячные показатели не превышают нормативного порога ГСанПиН водопроводной воды и в среднем составляют примерно половину от количества допустимых нормативных значений.



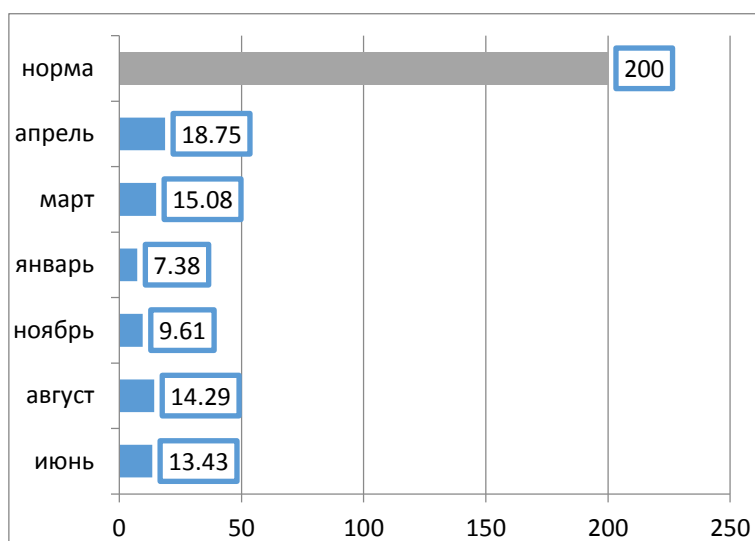
**Рис. 2.** Содержание катионов Ca<sup>2+</sup> в водопроводной воде г. Красноперекоск (июнь 2018 – апрель 2019), мг/л

*Составлено авторами*

Присутствие ионов кальция и магния в воде свидетельствуют о составе пород — известняков и доломитов, в которых расположен водозабор, идет растворение этих ионов в присутствии уголекислоты, в том числе и в результате ионного обмена с поглощенным комплексом глинистых пород. Четко выявляется, что в зимний период при резком уменьшении потребления воды на различные нужды, происходит оседание в осадок при переходе в карбонатные формы этих соединений и характеристики её по этим параметрам снижаются в 3–4 раза от нормативных пределов, т. е. снижается её жёсткость.

На рис. 3 и 4 представлены колебания содержания растворенных ионов катионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  в мг/л за 2 года по сезонам в водопроводной воде г. Красноперекоск. Все среднемесячные показатели их в водопроводной воде значительно меньше рекомендуемых нормативных значений ГСанПиН [9].

Ион натрия является широко распространенным элементом в земной коре и образует большое число соединений. Источником его поступления в подземные воды могут быть различные породы и минералы — силикаты, каменная соль. Натрий характерен для минерализованных вод. Однако в очень крепких рассолах натрий уступает первое место кальцию (хлоридно-кальциевые рассолы) вследствие того, что растворимость хлоридов натрия равна 350 г/дм<sup>3</sup>, а хлоридов кальция — 745 г/дм<sup>3</sup> [12]. Натрий обладает свободной миграцией в широком диапазоне концентраций природных растворов и присутствует практически во всех подземных и поверхностных водах.



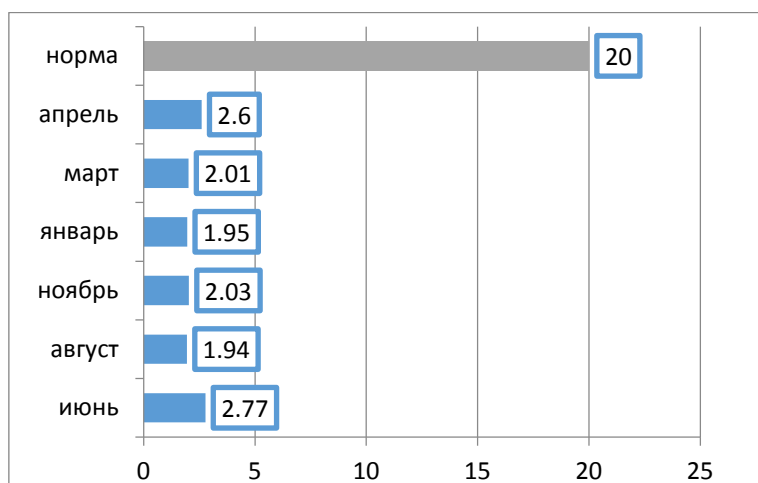
**Рис. 3.** Содержание катионов  $\text{Na}^+$  в водопроводной воде г. Красноперекоск (июнь 2018 – апрель 2019), мг/л

*Составлено авторами*

Ион калия (рис. 4) в отличие от иона натрия в подземных водах распространен слабо, хотя имеет с последним одинаковый кларк (2,5%) [21]. Это объясняется тем, что калий участвует в образовании нерастворимых в воде вторичных минералов и, что особенно важно, легко усваивается живым веществом. Насыщенность минеральных удобрений калием приводит к тому, что дождевые стоки с обрабатываемых посевных площадей содержат высокую концентрацию калия, который легко проникает в подземные горизонты. Содержание иона калия в изученной питьевой воде по сезонам имеет малые



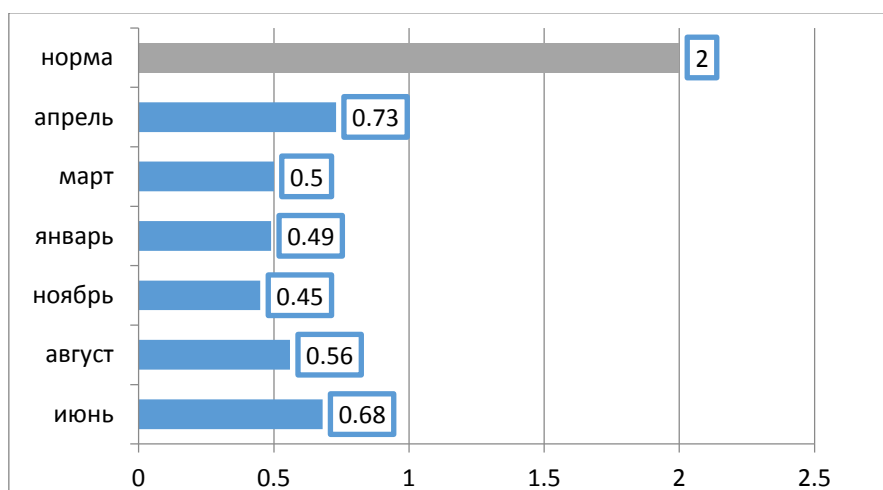
различия — в зимний период от 1,95 мг/л, существенно не возрастают (2,77 мг/л) в летний.



**Рис. 4.** Содержание катионов  $K^+$  в водопроводной воде г. Красноперекоск (июнь 2018 – апрель 2019), мг/л

*Составлено авторами*

Прокомментируем динамику по сезонам содержание в водопроводной воде ионов  $NH_4^+$  (рис. 5). Большая часть ионов аммония попадает в воду со стоками животноводческих ферм, с сельскохозяйственных полей и промышленных предприятий. По данным СанПиН концентрация аммонийного азота не должна быть выше 2 мг/л [9,10]. Превышение нормы содержания аммония и аммиака могут придавать воде очень неприятный запах и привкус, а длительное употребление такой воды приводит к нарушению кислотно-щелочного баланса в организме. К тому же аммиак способен вызвать серьезные поражения конъюнктивы глаз и слизистых оболочек.

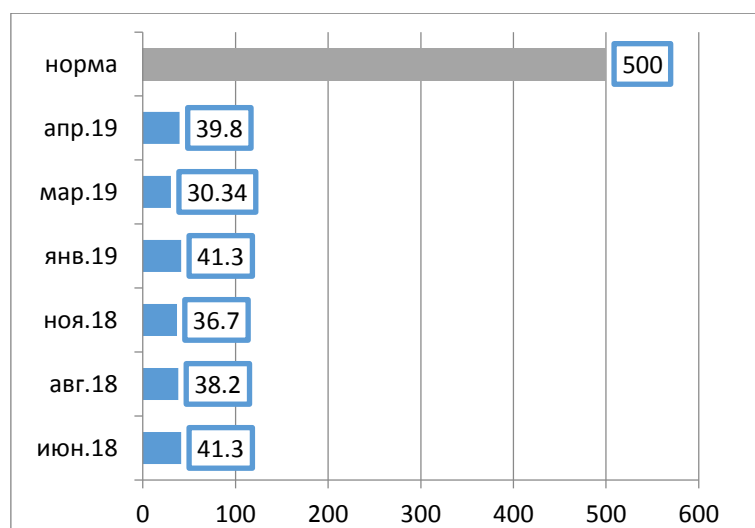


**Рис. 5.** Содержание катионов  $NH_4^+$  в водопроводной воде г. Красноперекоск (июнь 2018 – апрель 2019), мг/л

*Составлено авторами*

Ионы аммония защелачивают плазму крови, что может привести к гипоксии клеток. Отёк тканей, тошнота, тремор, приступы удушья, спутанность сознания — всё это далеко не полный список проблем, вызываемых избытком аммония и аммиака в воде [20].

В соответствии с положениями СанПиН, для питьевой воды общее содержание сульфатов — 500 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов не должно превышать 350 мг/дм<sup>3</sup>. [9–11]. В разных концентрациях и соотношениях они содержатся во всех природных источниках как открытых, так и подземных (рис. 6).



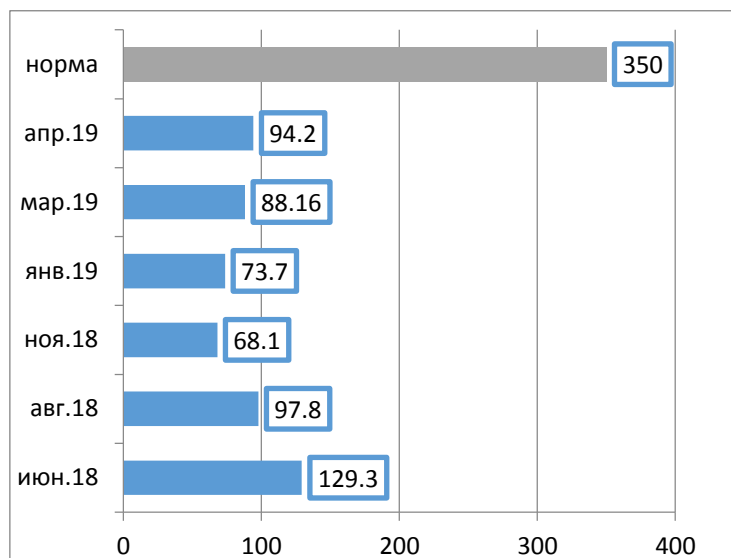
**Рис. 6.** Содержание анионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в водопроводной воде г. Красноперекоск (июнь 2018 – апрель 2019), мг/дм<sup>3</sup>

*Составлено авторами*

Серноокислые анионы попадают в воду в результате отмирания растительных и животных тканей. Это связано с деятельностью бактерий, участвующих в круговороте серы. Первый признак наличия сульфатов и хлоридов в воде — ухудшение ее вкусовых качеств, поэтому интенсивность вкуса будет превышать 2 балла. При употреблении питьевой воды, в которое наличие сульфатов и хлоридов превышает нормы, нарушается водно-солевой баланс, угнетается желудочная секреция [20]. Увеличенная концентрация сульфатов может давать слабительный эффект. Сульфат-ион является промежуточным компонентом подземных вод. Примерно до минерализации 3-4 г/дм<sup>3</sup> его содержание в водах увеличивается, а затем резко уменьшается, и в крепких рассолах он практически отсутствует. Это связано с тем, что его содержание лимитируется присутствием иона Ca<sub>2</sub><sup>+</sup>, с которым сульфат-ион образует слаборастворимую соль CaSO<sub>4</sub> [12]. В целом, наличие сульфатов и хлоридов в воде непостоянно и их колебания носят сезонный характер (рис. 6 и 7).

Хлор-ион весьма широко распространен в подземных водах, и его содержание увеличивается с глубиной. Источниками его поступления в подземные воды являются древние морские бассейны, соль, рассеянная в других отложениях, атмосферные осадки, особенно вблизи моря. Ионы хлора наиболее устойчивы в подземных водах, так как они слабо подвержены ионному обмену и адсорбции. У хлора практически отсутствует барьер растворимости. В основном

именно этими особенностями хлор-иона обусловлено образование подземных глубинных рассолов. Повышенное содержание этого компонента в пресных водах свидетельствует об их загрязнении им. Подземные воды питьевого использования не должны содержать хлор-иона выше нормы, но в засушливых районах допускается использование вод с большим его содержанием.



**Рис. 7.** Содержание анионов Cl<sup>-</sup> в водопроводной воде г. Красноперекоск (июнь 2018 – апрель 2019), мг/дм<sup>3</sup>

*Составлено авторами*

Величины содержания анионов в воде HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (94,8–177,6 мг/дм<sup>3</sup>) и NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (от 9,2 до 18,7 мг/дм<sup>3</sup>) выявили отмеченную выше тенденцию по сезонам исследуемого периода — более низкие значения в зимний период и максимальные показатели в летнее время. Безусловно, это связано с увеличением нагрузки на водозабор в период лета в связи с более высокой сельскохозяйственной, промышленной и коммунально-бытовой нагрузкой на артезианские скважины.

Хочется отметить незначительное улучшение качества пропускных фильтров при первичной очистке водопроводной воды перед запуском в центральную водопроводную сеть г. Красноперекоск в 2019 г, что подтверждают данные по содержанию ведущих макрокомпонентов в питьевой воде, как катионов, так и анионов по сезонам на рис. 1–7. Безусловно, интересно проследить и динамику содержания в питьевой воде тяжелых металлов, но это задача наших дальнейших исследований.

### Выводы

1. Анализ основных санитарно-микробиологических показателей водопроводной воды г. Красноперекоск согласно норм ГСанПиН 2.2.4-171-10, МУК 4.2.1018–01 и МР 24 ФЦ/6289 не выявил бактериального загрязнения питьевой воды, что говорит о высокой эффективности обеззараживания воды в г. Красноперекоске.

2. Анализ основных санитарно-химических показателей СанПиН водопроводной воды, идущей из Воронцовского водозабора в г. Красноперекоск, выявил превышение нормативов питьевой воды практически по всем параметрам (жесткость в 5 раз, хлориды в 3 раза, сухой остаток в 2–4 раза выше, железо и нитриты в границах ПДК), что свидетельствует о высокой изношенности коммуникаций и водопроводных сетей, загрязнения их природными солями и низкой степенью механической фильтрации воды, поступающей из подземных скважин.

3. Богатый катионно-анионный состав солей с превышенными показателями общей солености и жесткости водопроводной воды г. Красноперекоска свидетельствуют, что вода для жителей добывается из подземных артезианских скважин неглубокого Воронцовского водозабора, в который поступает верховодок с повышенным содержанием растворенных солей с поверхностных территорий. Это вызывает их дополнительное загрязнение, особенно в летний период при повышении объемов изъятия воды для различных коммунально-хозяйственных нужд, в том числе и для промышленных предприятий.

4. Насущная потребность для снабжения качественной водой жителей города Красноперекоска обеспечить установку систем для обессоливания воды методом обратного осмоса максимально быстро, т. к. он наиболее приемлем для этого региона с проведением обязательно экологической экспертизы последствий сброса концентрированных рассолов в морскую экосистему.

### *Литература*

1. Лисовский А. А., Новик В. А., Тимченко З. В., Губская У. А. Поверхностные водные объекты Крыма. Управление и использование водных ресурсов: справочник. Симферополь: КРП Учпедгиз. 2011. 242 с.
2. Крымское бассейновое управление водных ресурсов: [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www. buvr. crimea. ua](http://www.buvr. crimea. ua) – Дата обращения 20.04.2020.
3. Кобечинская В. Г., Ярош О. Б. Экологические проблемы рационального водопользования в Республике Крым: динамика и перспективы. // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 2. С. 54–61.
4. Государственный комитет по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым. План первоочередных мероприятий по обеспечению водоснабжения. [Электронный ресурс]. Режим доступа. <http://www.mzhkh.rk.gov.ru>. – Дата обращения 13.04.2020.
5. Информационно-географическое обеспечение планирования стратегического развития Крыма / Под ред. Багрова Н. В., Бокова В. А., Карпенко С. А. Симферополь: ДиАйПи. 2006. С. 15–19.
6. Распоряжение правительства РФ «Об утверждении перечня моногородов РФ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/media/files/41d4f68fb74d798eae71.pdf>. – Дата обращения 19.04.2020.
7. Водообеспечение и водоотведение г. Красноперекоска. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://mailto:goradm@krp.rk.gov.ru](mailto:goradm@krp.rk.gov.ru). – Дата обращения: 4.04.2019.

8. Протасовский Е. М, Бубырев Д.И Водопроводная очистная станция подземной воды городского округа Армянск Республики Крым // Вода и экология: проблемы и решения. 2018. № 1 (73). С. 17–21.
9. Главный государственный санитарный врач Российской Федерации СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. (Контроль качества). М. : Минздрав России. 2001. 20 с.
10. Главный государственный санитарный врач РФ. СанПиН 2.1.4.1175–02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М. : Минздрав России. 2003. 21 с.
11. Главный государственный санитарный врач Российской Федерации. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.2653-10. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. Изменения N 2 к СанПиН 2.1.4.1116-02. 2010. 23 с.
12. Перечень методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа. Часть I. Количественный химический анализ вод. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gosnadzor.ru/about/p\\_1.doc](http://www.gosnadzor.ru/about/p_1.doc) – Дата обращения: 18.04.2020.
13. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М. : Высшая школа. 1990. 340 с.
14. Методические указания МУК 4.2.1018–01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. М. : Минздрав России. 2001. 32 с.
15. Методические указания МУК 4.2.2314-08. Методы санитарно-паразитологического анализа воды. М. : Госсанэпиднадзор. 2008. 21 с.
16. Методические указания МУК 4.2.2884-11. Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов с использованием петрифильмов. М. : ФЦ Роспотребнадзора. 2011. 24 с.
17. Методические рекомендации 24 ФЦ/513. Определение колиформных бактерий и *E. coli* с использованием хромогенных и флюорогенных индикаторных сред. М. : Минздрав России, 2004. 68 с.
18. Методические рекомендации № 24 ФЦ/6289. Методы определения колиформных бактерий, бактерий вида *E. coli* с применением пластин «Petrifilm» производства компании 3М (США). М. : Минздрав РФ. 2006. 28 с.
19. Рахманин Ю. А., Жолдакова З. И., Полякова Е. Е., Кирьянова Л. Ф., Мясников И. Н., Тульская Е. А., Артемова Т. З., Иванова Л. В., Дмитриева Р. А., Доскина Т. В. Совместное применение активного хлора и коагулянтов для очистки и обеззараживания питьевой воды // Гигиена и санитария. 2004. № 1. С. 449–458.
20. Рахманин Ю. А., Доронина О. Д. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора // Гигиена и санитария 2010. № 2. С. 8–13.
21. Шабанов В. В. и Маркин В. Н. Методика эколога-водохозяйственной оценки водных объектов. Монография. М. : ФГБОУ ВПО РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. 166 с.

V. G. Kobechinskaya<sup>1</sup>  
L. V. Khizhnyak<sup>2</sup>

***Multiyear dynamics in assessing the quality of water supply in northern Crimea***

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation  
*e-mail: valekohome@mail.ru<sup>1</sup>, lilia\_mishina@mail.ru<sup>2</sup>*

**Abstract.** An assessment was made on the sanitary-hygienic and hydrochemical indicators of the Vorontsov water intake and tap water for the city of Krasnoperekopsk in dynamics over 2 years, taking into account the seasonal aspect. Sanitary-chemical parameters revealed an excess of normalized values for the total carbonate hardness of water by 4.5–5.3 times, dissolved chlorides by almost 3 times, dissolved nitrites by 1.3 times, and dry matter by 2.6–4 times. An urgent need to provide high-quality water to residents of the city of Krasnoperekopsk is to provide as quickly as possible installations for desalting water by the reverse osmosis method.

**Keywords:** water supply, leading pollutants, quality assessment, northern Crimea.

***References***

1. Lisovskij A. A., Novik V. A., Timchenko Z. V., Gubskaja U. A. Poverhnostnye vodnye ob#ekty Kryma. Upravlenie i ispol'zovanie vodnyh resursov: spravochnik. Simferopol': KRP Uchpedgiz. 2011. 242 s (in Russian)
2. Krymskoe bassejnovoe upravlenie vodnyh resursov: URL: <http://www.buvr.crimea.ua> (Data obrashhenija 20.04.2020). (In Russian)
3. Kobechinskaja V. G, Jarosh O. B. Jekologicheskie problemy racional'nogo vodopol'zovanija v Respublike Krym: dinamika i perspektivy. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki. 2017. № 2. S. 54–61(in Russian)
4. Gosudarstvennyj komitet po vodnomu hozjajstvu i melioracii Respubliki Krym. Plan pervoocherednyh meroprijatij po obespečeniju vodosnabzhenija URL: <http://www.mzhkh.rk.gov.ru>. (Data obrashhenija 13.04.2020). (in Russian)
5. Informacionno-geograficheskoe obespechenie planirovanija strategicheskogo razvitija Kryma / Pod red. Bagrova N. V, Bokova V. A, Karpenko S. A. Simferopol': DiAjPi. 2006. S. 15–19. (in Russian)
6. Rasporjazhenie pravitel'stva RF «Ob utverzhdenii perechnja monogorodov RF» URL: <http://government.ru/media/files/41d4f68fb74d798eae71.pdf> (Data obrashhenija 19.04.2020). (in Russian)
7. Vodoobespechenie i vodootvedenie g. Krasnoperekopska. URL: [http://mailto:goradm@krp.rk.gov.ru](mailto:goradm@krp.rk.gov.ru). (Data obrashhenija: 4. 04. 2019). (in Russian)
8. Protasovskij E. M, Bubyrev D. I Vodoprovodnaja ochistnaja stancija podzemnoj vody gorodskogo okruga Armjansk Respubliki Krym. // Voda i jekologija: problemy i reshenija. 2018. № 1 (73). S. 17–21. (in Russian)
9. Glavnyj gosudarstvennyj sanitarnyj vrach Rossijskoj Federacii . SanPiN 2.1.4.1074-01. Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzhenija. (Kontrol' kachestva). M. : Minzdrav Rossii. 2001. 20 s. (in Russian)

10. Glavnyj gosudarstvennyj sanitarnyj vrach RF. SanPiN 2.1.4.1175–02. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody necentralizovannogo vodosnabzhenija. Sanitarnaja ohrana istochnikov. M. : Minzdrav Rossii. 2003. 21 s. (in Russian)
11. Glavnyj gosudarstvennyj sanitarnyj vrach Rossijskoj Federacii. Sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normativy SanPiN 2.1.4.2653-10. Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody, rasfasovannoj v emkosti. Kontrol' kachestva. Izmenenija N 2 k SanPiN 2.1.4.1116-02. 2010. 23 s. (in Russian)
12. Perechen' metodik, vnesennyh v gosudarstvennyj reestr metodik kolichestvennogo himicheskogo analiza. Chast' I. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. URL: [http://www.gosnadzor.ru/about/p\\_1.doc](http://www.gosnadzor.ru/about/p_1.doc) (data obrashhenija: 18.04.2020). (in Russian)
13. Lakin G. F. Biometrija. M. : Vysshaja shkola. 1990. 340 s. (In Russian)
14. Metodicheskie ukazanija MUK 4.2.1018–01. Sanitarno-mikrobiologicheskij analiz pit'evoj vody. M. : Minzdrav Rossii, 2001. 32 s. (in Russian)
15. Metodicheskie ukazanija MUK 4.2.2314-08. Metody sanitarno-parazitologicheskogo analiza vody. M. : Gossanjepidnadzor. 2008. 21 s. (in Russian)
16. Metodicheskie ukazanija MUK 4.2.2884-11. Metody mikrobiologicheskogo kontrolja ob#ektov okruzhajushhej sredy i pishhevych produktov s ispol'zovaniem petrifil'mov. M. : FC Rospotrebnadzora. 2011. 24 s. (in Russian)
17. Metodicheskie rekomendacii 24 FC/513. Opredelenie koliformnyh bakterij i E. coli s ispol'zovaniem hromogennyh i fljuorogennyh indikatornyh sred. M. : Minzdrav Rossii, 2004. 68 s. (in Russian)
18. Metodicheskie rekomendacii № 24 FC/6289. Metody opredelenija koliformnyh bakterij, bakterij vida E. coli s primeneniem plastin «Petrifilm» proizvodstva kompanii 3M (SShA). M. : Minzdrav RF. 2006. 28 s. (in Russian)
19. Rahmanin Ju. A., Zholdakova Z. I., Poljakova E. E., Kir'janova L. F., Mjasnikov I. N., Tul'skaja E. A., Artemova T. Z., Ivanova L. V., Dmitrieva R. A., Doskina T. V. Sovmestnoe primenenie aktivnogo hlora i koagulantov dlja ochistki i obezrazhivanija pit'evoj vody // Gigiena i sanitarija. 2004. № 1. S. 449–458. (in Russian)
20. Rahmanin Ju. A., Doronina O. D. Strategicheskie podhody upravlenija riskami dlja snizhenija ujazvimosti cheloveka vsledstvie izmenenija vodnogo faktora. // Gigiena i sanitarija. 2010. № 2. S. 8–13. (in Russian)
21. Shabanov V. V. i Markin V. N. Metodika jekologo-vodohozjajstvennoj ocenki vodnyh obektov. Monografija. M. : FGBOU VPO RGAU MSHA im. K. A. Timirjazeva. 2014. 166 s. (in Russian)

*Поступила в редакцию 28.05.2020 г.*