

УДК 628.17:628.3

ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ И г. СЕВАСТОПОЛЕ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ¹

© 2024 г. А. П. Демин*, А. В. Зайцева, И. А. Вишневская

*Институт водных проблем РАН, Москва, 119333 Россия***e-mail: deminar@mail.ru*

Поступила в редакцию 16.03.2024 г.

После доработки 16.04.2024 г.

Принята к публикации 16.04.2024 г.

Проведена аналитическая оценка трансформации водохозяйственного и мелиоративного комплекса Крыма в условиях дефицита водных ресурсов на основе системного и информационно-аналитического подходов с применением методов логического и сравнительного анализа, качественного и количественного анализа статистических данных. Выявлено резкое изменение структуры забора пресной воды. За 2014–2022 гг. утечки и потери в водопроводной сети Республики Крым выросли на 44%. Здесь ежегодно заменяется от 0.5 до 1.8% протяженности сети, требующей замены, в г. Севастополе – от 0.1 до 1.3%, что крайне мало. Среднесуточное водопотребление населения в Республике Крым с учетом роста количества отдыхающих за этот период снизилось с 134 до 101 л, в г. Севастополе – с 184 до 98 л. В настоящее время только 3/4 городского населения Республики Крым и <2/3 сельского населения обеспечены качественной питьевой водой. После перекрытия Северо-Крымского канала площадь поливаемых земель сократилась в 7–8 раз. Резкий рост дефицита воды в сельском хозяйстве привел к стремительному росту самого экономного способа полива – капельного. Показана роль орошения в производстве важнейших продуктов земледелия. Выявлено, что доля загрязненных сточных вод растет, а доля нормативно очищенных вод снижается. В Республике Крым отмечается как снижение, так и рост сброса массы отдельных загрязняющих веществ. Качество воды большинства рек Крыма не ухудшается. В 2022 г. >97% основных загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах г. Севастополя, сбрасывалось непосредственно в Черное море и главные водотоки (реки Черная, Бельбек, Кача) ими не загрязнялись.

Ключевые слова: Республика Крым, Севастополь, дефицит водных ресурсов, хозяйственно-бытовое и питьевое водоснабжение, удельное водопотребление, оборотное водоснабжение, орошение, загрязненные и нормативно очищенные воды, сброс загрязняющих веществ, качество воды.

DOI: 10.31857/S0321059624060136 **EDN:** VOBWW

ВВЕДЕНИЕ

Крым – наиболее водоемкий регион Российской Федерации (а также Европы). Объем возобновляемых водных ресурсов на душу населения составляет здесь, по разным оценкам, от 400 до 700 м³/год. По классификации ФАО ООН Крым относится к регионам мира с “абсолютным” дефицитом водных ресурсов [6].

Водная блокада, введенная Украиной в апреле 2014 г., коренным образом изменила водохозяй-

ственный баланс на полуострове, так как ~85% потребности региона в воде удовлетворялось за счет переброски днепровской воды. Прекратило существование рисоводство, практически исчезло прудовое рыбоводство, в бедственном положении оказались другие водоемкие отрасли экономики. В некоторых городских округах и муниципальных районах в годы малой водности источников есть угроза дефицита водных ресурсов. Качество воды в отдельных районах не соответствует требованиям Роспотребнадзора. Некоторые территории и потребители не охвачены централизованным водоснабжением, в других степень надежности и бесперебойность предоставления услуг водоснабжения довольно низки. Высока степень потерь воды при ее транспортировке потребителям [11].

¹ Работа выполнена в рамках Государственного задания ИВП РАН (тема FMWZ-2022-0001).

В последние годы от 1 до 3% населения Республики Крым обеспечивается привозной водой. Не снижается число заболеваний, связанных с качеством воды. Хлорирование сточных вод не обеспечивает необходимой степени обеззараживания, что приводит к сбросу недостаточно очищенных и необеззараженных вод в районе рекреационного водопользования [5].

Довольно мало работ, в которых комплексно анализируются проблемы трансформации водохозяйственного и мелиоративного комплексов Крыма в современный период [4, 6]. Большинство публикаций имеет узко региональный характер, в них фрагментарно исследуются отдельные вопросы водного хозяйства и мелиораций, данные обычно приводятся за небольшое число лет [2, 3, 8, 14, 20].

Однако вопросы изменения объемов и структуры водопотребления и водоотведения на территории Крыма, особенностей преобразования промышленного и орошаемого секторов Крыма в результате резкого усиления водного дефицита с 2014 г., изменений количества сбросов загрязняющих веществ (ЗВ) и их влияние на качество воды в поверхностных водных объектах остаются недостаточно изученными.

Цель статьи — комплексная аналитическая оценка трансформации водохозяйственного и мелиоративного комплекса Крыма в условиях дефицита водных ресурсов, возникшего в результате перекрытия Северо-Крымского канала (СКК).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве исходных материалов для анализа изменений объемов забираемых и отводимых в поверхностные водные объекты Крымского п-ова сточных вод, а также сброса ЗВ в их составе использовались данные государственной статистической отчетности (форма 2-ТП (водхоз)) за период 2014–2022 гг., содержащиеся в материалах автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации [7]. Для оценки изменения водообеспечения населения привлекались материалы Управления федеральной

службы госстатистики по Республике Крым и г. Севастополю по состоянию водопроводно-канализационного хозяйства [15, 16], современным демографическим показателям, информация министерства курортов и туризма Республики Крым по динамике числа отдыхающих [17, 19], данные единой межведомственной информационно-статистической системы по обеспеченности населения качественной питьевой водой [12]. Использовались доклады межрегионального управления Роспотребнадзора, отдельные научные публикации [3, 5].

Для оценки развития сельского хозяйства и орошаемого земледелия Крыма в условиях дефицита водных ресурсов анализировались статистические материалы Госкомводхоза Республики Крым по наличию и использованию орошаемых земель, проведению поливов, валовому сбору продукции растениеводства на орошаемых землях, продуктивности орошаемых угодий, а также отдельные публикации [1, 2, 8–10, 14, 20]. Анализ динамики качества поверхностных вод выполнен на основе данных гидрохимической сети Росгидромета [13], докладов о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым [11], а также научных публикаций [4, 6].

В соответствии с поставленными задачами исследование проведено на основе системного и информационно-аналитического подходов с применением методов логического и сравнительного анализа, качественного и количественного анализа статистических данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Забор воды из природных водных объектов и ее использование на различные нужды

За 2014–2021 г. забор пресной воды на территории Республики Крым вырос с 306 до 318 млн м³, или на 4.0% (рис. 1) [7]. При этом резко изменилась структура забора пресной воды из разных источников. Если в 2014 г. из поверхностных источников забиралось 237 млн м³, то в 2021 г. только 110 млн м³ — почти в 2.2 раза меньше. В то же время забор воды из подземных источников за эти годы вырос с 69 до 191 млн м³,

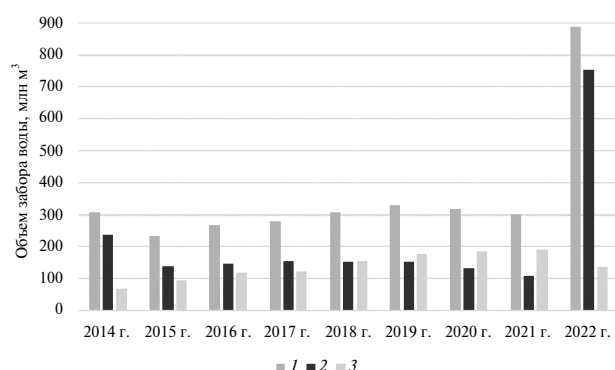


Рис. 1. Динамика объема забора пресной воды на территории Республики Крым, млн м³: 1 — всего; 2 — из поверхностных источников; 3 — из подземных источников.

или в 2.8 раза. Для обеспечения потребности в водных ресурсах пришлось строить водозаборы на новых подземных месторождениях и увеличивать производительность на старых месторождениях. В 2022 г. с возобновлением работы СКК забор воды из поверхностных источников резко вырос — до 753 млн м³, или в 6.8 раза по сравнению с предыдущим годом.

В городе федерального значения Севастополе объем забора пресной воды за этот период почти не изменился. За 2014–2021 гг. объем забора воды из поверхностных источников снизился с 40.4 до 33.9 млн м³, или на 16%, а из подземных источников — увеличился с 15.7 до 23.3 млн м³, или на 36%. В 2022 г. показатели забора воды вернулись к первоначальному состоянию.

Опреснение морской воды позволяет экономить дефицитную пресную воду для технических нужд. Забор морской воды в Республике Крым колебался в анализируемый период в пределах 5–27 млн м³ в год. Основной (на 80–95%) потребитель морской воды в республике — городской округ (ГО) Керчь. В Севастополе с вводом в эксплуатацию Балаклавской ТЭС в марте 2019 г. забор морской воды сократился с 40–43 до 5 млн м³ в год.

Объем использования пресной воды в Республике Крым после возвращения в состав России сначала снижался из-за недостатка воды в источниках водоснабжения и роста потерь воды при ее транспортировке к потребителям, но с 2018 г. вновь стал расти в результате введения в строй новых месторождений подземных вод и строительства и реконструкции водохранилищ поверхностных вод. В 2022 г. он значительно вырос в связи с возобновлением работы СКК. Всего объем используемых пресных вод в республике увеличился с 213 млн м³ в 2014 г. до 275 млн м³ в 2022 г. В г. Севастополе объем используемой пресной воды вырос с 33.5 до 39.8 млн м³ в 2022 г., или на 19%.

В Республике Крым и Севастополе объемы использования пресной воды на хозяйственно-питьевые нужды существенно превышают объемы использования на промышленные и сельскохозяйственные нужды. Поэтому рациональное использование воды в жилищно-коммунальном секторе — важнейшее условие эф-

Таблица 1. Основные показатели работы водопроводов в Республике Крым

Показатели	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Число водопроводов и отдельных водопроводных сетей, единиц	776	753	755	792	792	791	831	830	830
Подано воды в сеть, млн м³	172.2	177.9	194.0	213.3	216.6	208.2	207.4	190.8	198.4
Отпущено воды потребителям, млн м³	97.3	106.5	105.1	103.9	107.3	104.5	104.8	99.7	101.6
Утечка и неучтенный расход воды, млн м³	63.2	66.4	83.6	103.1	104.3	97.9	96.8	86.1	91.2
% во всей подаче воды	36.7	37.3	43.1	48.3	48.2	47.0	46.6	45.1	46.0
Протяженность водопроводных сетей, км	13449	13867	14005	13737	14053	13789	13100	12959	13230
в том числе нуждающихся в замене, доля во всей протяженности, %	54.3	56.1	57.7	57.3	56.2	56.5	59.7	58.4	56.7
Удельный вес замененных сетей к общей их протяженности, %	1.6	0.8	1.2	0.7	0.5	0.8	1.8	1.8	0.9
Утечки и неучтенный расход воды на 1 км сетей, м³	4699	4787	5969	7505	7422	7100	7390	6644	6893

Таблица 2. Основные показатели работы водопроводов в г. Севастополе

Показатели	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Число водопроводов и отдельных водопроводных сетей, единиц	19	19	35	32	32	32	32	34	34
Подано воды в сеть, м ³	52.47	56.09	56.63	55.72	53.06	54.89	52.55	53.8	53.6
Отпущено воды потребителям, млн м ³	26.7	26.6	28.0	27.8	29.6	29.1	29.5	29.1	29.0
Утечка и неучтенный расход воды, млн м ³	25.71	29.47	28.65	27.96	23.51	23.84	23.10	24.7	24.5
% во всей подаче воды	49.0	52.5	50.6	50.2	44.3	47.1	44.0	45.8	45.8
Протяженность водопроводных сетей, км	1118	1118	1123	1150	1150	1163	1195	1209	1213
в том числе нуждающихся в замене, доля во всей протяженности, %	56.2	59.3	59.0	59.8	59.0	57.6	56.5	66.6	66.4
Удельный вес замененных сетей к общей их протяженности, %	0.4	0.1	0.1	0.5	0.8	0.9	1.3	2.6	0.65
Утечки и неучтенный расход воды на 1 км сетей, м ³	22996	26360	25514	24352	20438	22186	19326	20437	20206

фективного использования этого дефицитного ресурса.

В Крыму число водопроводов и отдельных водопроводных сетей выросло с 776 в 2014 г. до 830 в 2022 г. (табл. 1), а их установленная производственная мощность увеличилась на 22% [16].

За 2014–2022 гг. объем подачи воды в сеть вырос на 15.2%, а отпуск воды своим потребителям – только на 4.4%. Такая ситуация объясняется ростом утечек и неучтенных расходов воды. За 8 лет в водопроводной сети Крыма утечки выросли с 63.2 до 91.2 млн м³, или на 44%, а в расчете на 1 км сетей – с 4.7 до 6.9 тыс. м³ (47%). Увеличение утечек объясняется в первую очередь изношенностью водопроводных сетей из-за малых объемов работ по строительству новых сетей и реконструкции старых. Согласно “Единой схеме водоснабжения и водоотведения Республики Крым” [18] за 2018–2030 гг. ежегодный объем строительства и реконструкции уличной сети должен составлять 495 км, или 5.1% протяженности сети. Фактически в 2018–2022 гг. было заменено от 0.5 до 1.8% сети (табл. 1).

Ситуация с работой водопроводов не лучше и в Севастополе. За 2014–2022 гг. численность постоянного населения Севастополя увеличилось на 43%, в 2022 г. она превысила 550 тыс. человек. Из крупных городов России это самый быстрорастущий город. Однако работа коммунальных служб не поспевает за ростом населения. За этот период отпуск воды потребителям увели-

чился лишь на 8.6% (табл. 2). Утечки и неучтенный расход воды составляет 44–47% от объема воды, поданной в сеть, а в расчете на 1 км сетей >20 тыс. м³. Ежегодная замена водопроводных сетей колебалась от 0.1 до 1.3% требующих замены; и лишь в 2021 г. она превысила 2%) [15].

Для всех муниципальных образований характерна крайне изношенная коммунальная инфраструктура, требующая огромных затрат на восстановление. К сожалению, в настоящее время не находится достаточно финансовых средств и производственных мощностей для ремонта и нового строительства водопроводных и канализационных сетей и содержания их в надлежащем состоянии.

Важно обеспечить туристов и отдыхающих, прибывающих в Республику Крым, питьевой водой высокого качества, особенно тех, кто приезжает на санаторно-курортное лечение. По данным Министерства курортов и туризма Республики Крым, поток туристов в последние годы стремительно нарастает [19]. С 2014 по 2021 г. он вырос с 3.8 до 9.39 млн чел., или почти в 2.5 раза. В 2022 г. в связи с закрытием авиасообщения турпоток в Крым снизился до 6.56 млн чел.

Согласно социологическим исследованиям Министерства курортов и туризма Республики Крым, среднестатистический турист в последние годы проводит на полуострове 14–15 дней [17]. Тогда приведенная численность населения равна сумме численности постоянного насе-

ления и ежегодной численности туристов и отдыхающих, умноженной на коэффициент 0.04. Приведенная численность населения с учетом отдыхающих превышала среднегодовую численность постоянного населения Республики Крым в 2021 г. на 19.8%, в 2022 г. на 13.6%.

В то же время отмечается поступательное снижение объемов использования пресной воды на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды. Так, в целом по субъекту федерации этот объем сократился за 2015–2022 гг. с 89.5 до 80.8 млн м³, или на 9.7% [7]. В результате среднесуточное водопотребление населения в Республике Крым с учетом роста количества отдыхающих за 2014–2022 гг. снизилось с 134 до 101 л (на 25%), а в Севастополе в результате резкого роста численности постоянного населения и одновременного сокращения объемов водоподачи — с 184 до 98 л (на 47%) (рис. 2).

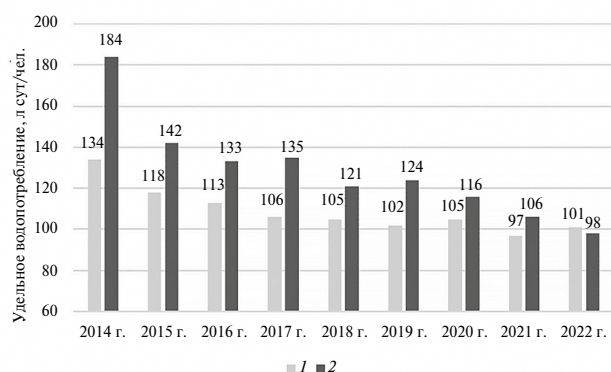


Рис. 2. Динамика удельного потребления воды на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды в среднем за год с учетом отдыхающих, л/сут/чел.: 1 — Республика Крым; 2 — г. Севастополь.

Максимальное количество отдыхающих на Крымском п-ове отмечается в июле и августе. Местные водоканалы учитывают это обстоятельство и наращивают объем водоподачи в пиковый период. Так, на Южном берегу Крыма в третьем квартале среднесуточный отпуск воды потребителям организациями коммунального комплекса в 2.5 раза превышает аналогичный показатель первого квартала. В то же время население за счет отдыхающих увеличивается еще больше. Так, в Алуште в июле–августе 2019 г. население по сравнению со среднегодовой величиной воз-

растало в 5–6 раз. Это приводило к тому, что, несмотря многократный рост водоподачи, удельное среднесуточное водопотребление снижалось до критических значений [9].

Помимо дефицита пресной воды во многих регионах Крыма существуют проблемы с качеством воды [3]. Вода, поступающая потребителям из водохранилищ, содержит незначительное количество минеральных солей, но подвержена сезонным изменениям по органолептическим показателям, скачкам по микробиологическим показателям, вызванным жаркими сезонами и малыми объемами водохранилищ в засушливые годы. Состав вод подземных источников часто отличается повышенной минерализацией, значительным превышением норм по общей жесткости воды, содержанию хлоридов. Наиболее острые проблемы отмечены в ГО Евпатории, Саки, Красноперекоске, Красноперекоском и Первомайском районах, где отсутствуют надлежащие сооружения предварительной очистки воды.

Высокая заболеваемость некоторыми болезнями связывается с плохим качеством воды в водных объектах — источниках питьевого водоснабжения — и с высокой долей проб неудовлетворительного качества по санитарно-химическим показателям. Случаи поражения мочеполовой системы в Крыму занимают 2–3-е место среди общего количества заболеваний. Количество впервые зафиксированных случаев таких заболеваний в последние годы не снижается и составляет ежегодно 74–77 тыс. [5].

Доля населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, в последние годы не повышается [12]. В настоящее время только ~3/4 городского населения Республики Крым и <2/3 сельского населения обеспечены качественной питьевой водой. В Севастополе обеспеченность населения качественной питьевой водой >97%, что значительно выше среднероссийского уровня (рис. 3).

Объем используемой на производственные нужды свежей воды в целом по Республике Крым был довольно устойчивым в период 2015–2022 гг. — от 63 до 88 млн м³. В шести ГО потре-

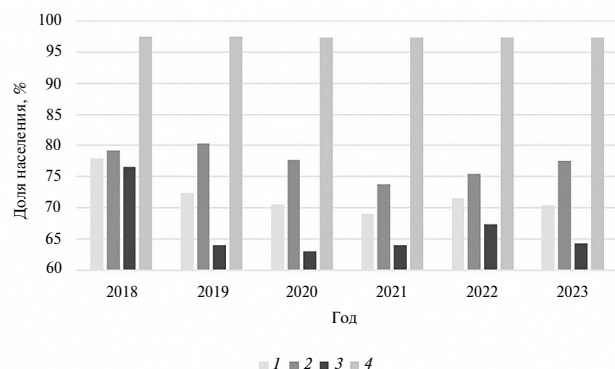


Рис. 3. Доля населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения. Республика Крым: 1 — все население, 2 — городское население, 3 — сельское население; 4 — г. Севастополь — городское население.

бляется 83% всего объема воды, используемого на производственные нужды Республики Крым (Армянск, Симферополь, Керчь, Красноперекоск, Феодосия и Ялта).

В 2022 г. оборотное и повторно-последовательное водоснабжение практиковалось в 11 муниципальных образованиях (МО) Республики Крым и Севастополе, что позволяет существенно экономить использование свежей воды на производственные нужды. Коэффициент водооборота рассчитывается как отношение объема оборотного и повторно-последовательного водоснабжения к суммарному объему водоснабжения на производственные нужды (сумма свежей и оборотной воды). В Республике Крым в последние годы он составляет 73–75%. В Севастополе после введения в эксплуатацию Балаклавской ТЭС в 2019 г. он увеличился с 1 до 95–97%.

Развитие сельского хозяйства и орошаемого земледелия Крыма в условиях дефицита водных ресурсов

Продовольственная безопасность Крыма может быть гарантирована только при орошении сельскохозяйственной земли, так как естественное увлажнение обеспечивает $\leq 30\%$ потребности растений во влаге. После 2014 г. на ее территории в результате недостатка поливной воды резко сократились посевные площади под основными сельскохозяйственными культурами, что привело к существенному сокращению производства

продовольствия.

Производство зернобобовых культур и подсолнечника на орошаемых землях (ОЗ) снизилось в 2021 г. по сравнению с 2013 г. в 20–100 раз, основных кормовых культур — в 2–3 раза, бахчевых продовольственных культур — в >4 раза. В то же время производство овощей осталось на прежнем уровне, а производство картофеля за счет роста урожайности выросло в 2 раза. Заметно выросло производство плодов семечковых культур и ягод. Почти восстановились объемы производства винограда (рис. 4).

В условиях засушливого климата развитие орошаемого земледелия крайне важно для увеличения продукции земледелия. В настоящее время в Республике Крым на ОЗ выращивают 35–60% урожая картофеля и овощей, до 20% бахчевых продовольственных, 40% кукурузы на силос и многолетних трав на сено, 20–40% кукурузы на зерно. Велика роль орошения в производстве плодово-ягодных культур: 30–45% ягод и винограда, 60–70% плодов косточковых культур, 80–90% плодов семечковых культур [8].

Средняя урожайность гороха и подсолнечника на ОЗ сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей на 30–90% выше, чем на богарных, а по кукурузе на зерно — в 2–3 раза. Максимальная эффективность орошения достигается на плодово-ягодных культурах, где урожайность выше, чем на богаре, в 3–4 раза. Эти культуры выращиваются в основном при капельном

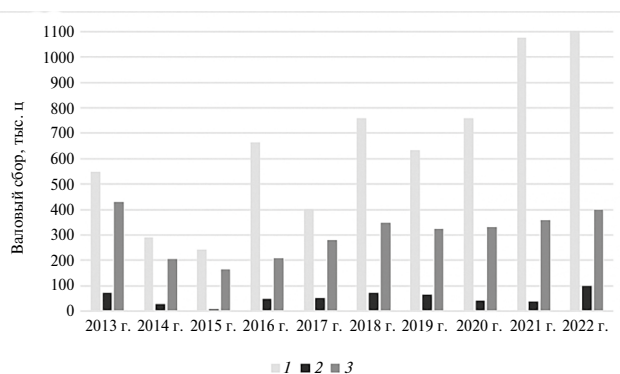


Рис. 4. Валовый сбор плодов и винограда на орошаемых землях Крыма, тыс. ц: 1 — плоды семечковые; 2 — плоды косточковые; 3 — виноград.

поливе. Значительная стоимость систем капельного орошения (КО) компенсируется высокой урожайностью сельскохозяйственных культур и быстрой окупаемостью затрат. Исследования показали, что при внутривидовом орошении и КО средняя урожайность плодов была в 1.5–2.0 раза выше, чем при поливе по бороздам [2].

После закрытия СКК площадь полива под овощами, бахчевыми и картофелем сократилась в 2 раза, под кормовыми культурами – в 7 раз, под техническим и зерновыми культурами – в 38 и 42 раза. Рис возделывать перестали.

В 2014–2021 гг. объем используемой на нужды орошения воды в Республике Крым составлял 10–25 млн м³ (против 530–570 в начале 2010-х гг.). Удельная водоподача на 1 комплексный гектар орошаемых земель снизилась в 3.5–4.5 раза в связи с резким изменением структуры поливаемых земель. В 2022 г. в результате возобновления эксплуатации СКК водоподача на орошение увеличилась до 61.2 млн м³.

Несмотря на снижение ОЗ под большинством культур, площадь полива под самыми ценными многолетними насаждениями уже в 2020 г. превысила аналогичный показатель 2013 г. и продолжала расти позже. В 2022 г. площадь многолетних насаждений была >53% ОЗ, а площадь под овощами, бахчевыми и картофелем составляла ~10% (рис. 5).

Впервые за долгие годы возобновили в небольших объемах производство риса. Дефицит подготовленных площадей с оросительной се-

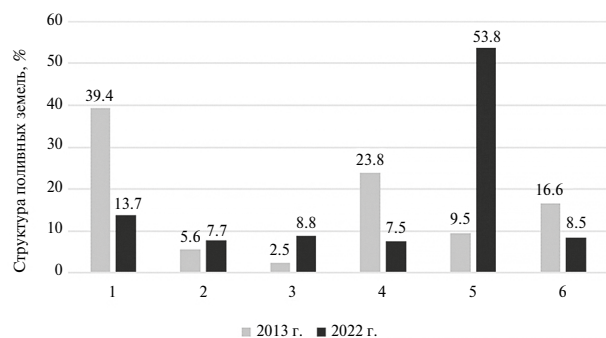


Рис. 5. Структура поливных земель в Республике Крым, %: 1 – зерновые; 2 – кормовые; 3 – овощи, бахчевые, картофель; 4 – технические; 5 – многолетние насаждения; 6 – земельные паи, аренда, фермерские хозяйства.

тью и поливной техникой не позволял увеличить площади полива под ценными кормовыми и техническими культурами. В целом по Республике Крым площадь полива с 2014 по 2022 г. увеличилась на 62% (11.1 тыс. га).

В настоящее время в Первомайском, Нижнегорском, Краснопереконском районах поливается по 2.6–3.8 тыс. га, а в Бахчисарайском и Красногвардейском районах >4 тыс. га. На эти пять районов приходится почти 18 тыс. га, или >62% совокупной площади полива.

Резкий рост дефицита воды в сельском хозяйстве привел к стремительному развитию самого экономного способа полива – КО. В большинстве МО сейчас используется КО на >1/2 ОЗ, а в Белогорском, Ленинском, Сакском, Черноморском районах и Севастополе – 95–100%.

Крым входит в тройку лидеров среди субъектов РФ по производству винограда. В 2021 г. в Республике Крым и Севастополе было выращено >1500 тыс. этой культуры, или каждый пятый килограмм винограда, производимого в России. В условиях все чаще повторяющихся засух орошение земель – главный фактор гарантированного сельскохозяйственного производства и основной ресурс повышения его продуктивности [1].

В Республике Крым доля производства винограда на ОЗ выросла с 28–30% в 2014–2015 гг. до 35–45% в последующие годы. В Севастополе из-за резкого дефицита водных ресурсов она была ≤15%, а в последние годы полив виноградников прекратился. На примере Бахчисарайского района видно, что чаще всего в производственных условиях урожайность винограда на ОЗ выше, чем на богарных, в 3–4 раза. Несмотря на дефицит водных ресурсов, производство винограда на ОЗ Республики Крым выросло за 2014–2022 гг. почти в 2 раза (на 95.4%).

В 2023 г. площадь орошения на землях государственных мелиоративных систем должна была увеличиться до 44.4 тыс. га, в том числе риса ~3 тыс. га. Ранее на обеспечение рисоводческих хозяйств шло ~60% воды из Днепра, поступавшей по каналу на полуостров. В 2025 г. правительство республики планирует организо-

вать орошение на площади в 90 тыс. га, для чего потребуется 10 млрд руб. [10].

Существенный потенциал повышения водообеспеченности мелиоративного комплекса Крыма заключается в приоритетном развитии и совершенствовании агротехнологий ОЗ, технологий полива и поливной техники; вовлечении в водооборот коллекторно-дренажных и сточных вод; снижении потерь воды на фильтрацию, утечки, испарение; внедрение современных компьютерных технологий автоматизации технологических процессов в системах водопользования агропроизводства [20].

Сброс сточных вод и содержащихся в них загрязняющих веществ. Качество воды в поверхностных водных объектах

В 2014–2022 гг. объем сброса сточной, шахтно-рудничной, карьерной и коллекторно-дренажной воды был довольно устойчивым: в 2015 и 2016 гг. он немного вырос, в дальнейшем по-

ступательно снижался (табл. 3). Согласно отчетности по форме 2–ТП (водхоз), на территории Республики Крым и Севастополя отсутствует значимый сброс шахтно-рудничной, карьерной и коллекторно-дренажной воды в поверхностные водные объекты [7], поэтому фактически в табл. 3 представлена динамика сточных вод систем водоотведения предприятий и объектов ЖКХ. В 2007–2013 гг. сброс коллекторно-дренажных вод в Крыму составлял 50–100 млн м³ [14]. В Севастополе образуется незначительное количество карьерной воды, но весь ее объем отводится в подземные водные объекты.

Значительную часть отводимых после использования вод составляют сточные ЗВ. Их доля в общем объеме отводимых сточных вод в республике сначала снизилась до 5%, но с 2017 г. стала расти и к 2022 г. достигла 90%. В Севастополе этот показатель повысился до 84%. Анализ сброса ЗВ в составе сточных вод покажет, что есть серьезные основания сомневаться в достоверности показателей по отнесению сточных

Таблица 3. Объем воды, сброшенной в природные поверхностные водные объекты Республики Крым и г. Севастополя, млн м³

Год	Объем сброшенной сточной, шахтно-рудничной, карьерной и коллекторно-дренажной воды, млн м³					Доля загрязненной воды в общем объеме сброшенной воды, %	Доля нормативно очищенной воды в объеме сточных вод, требующих очистки
	Всего	всего загрязненной	в том числе без очистки	нормативно чистой	нормативно очищенной на сооружениях очистки		
Республика Крым							
2014	120.67	51.95	7.59	18.47	50.25	43.1	49.2
2015	131.32	7.15	2.52	25.89	98.28	5.4	93.2
2016	134.70	6.97	1.68	32.62	95.11	5.2	93.2
2017	129.35	82.57	8.46	18.00	28.77	63.8	25.8
2018	124.05	106.20	7.91	11.65	6.20	85.6	5.5
2019	119.79	113.29	14.17	4.12	2.38	94.6	2.1
2020	113.05	96.87	6.65	14.52	1.66	85.7	1.7
2021	113.65	98.10	6.42	13.55	1.99	86.3	2.0
2022	109.06	98.05	6.95	5.29	5.72	89.9	5.5
г. Севастополь							
2014	42.72	18.72	3.04	20.67	3.33	43.8	15.1
2015	42.63	17.85	1.70	21.41	3.38	41.9	15.9
2016	66.91	21.63	1.60	45.24	0.03	32.3	0.1
2017	63.21	23.19	3.47	39.99	0.03	36.7	0.1
2018	62.35	25.31	3.81	37.04	0.0	40.6	0.0
2019	39.93	28.80	7.21	11.13	0.0	72.1	0.0
2020	29.37	24.66	3.68	4.57	0.13	84.0	0.5
2021	29.73	24.32	3.58	5.20	0.22	81.8	0.9
2022	28.86	24.25	3.83	4.44	0.18	84.0	0.7

вод к различным категориям загрязнения в 2015 и 2016 гг.

В подавляющем большинстве МО в настоящее время наблюдается неблагоприятное соотношение загрязненных и нормативно очищенных вод. В 2022 г. в Республике Крым до нормативов очищалось 5.72 млн м³ сточных вод (рост в последние три года), или 5.5% общего объема, требующего очистки. В Севастополе эти показатели заметно хуже — соответственно 0.18 млн м³ и 0.7%.

В связи со снижением объемов отводимых сточных вод (на 10% в Республике Крым, на 33% в Севастополе), изменением их качественного состава, ростом мощности очистных сооружений (соответственно на 9 и 10%) значительный интерес представляет анализ динамики сбросов ЗВ. По большинству ЗВ отмечается существенный рост их сброса в водные объекты в 2022 г. по сравнению с 2014 г. (табл. 4).

Так, сброс взвешенных веществ в составе сточных вод увеличился за этот короткий период в Республике Крым на 74%, а сброс БПК_{полн} и ХПК в — 2.0–2.1 раза.

При этом сброс фосфатов снизился в >2 раза. Сброс сухого остатка вырос на 30%, а сульфатов и хлоридов — снизился соответственно на 26 и 15%. Самое большое снижение сброса отмечается по нефтепродуктам и неионогенным синтетическим поверхностно-активным веществам (НСПАВ) — соответственно в три и 79 раз. Сброс железа сократился на 28%, а сброс нитритов вырос на 16%. Итак, из 15 анализируемых ЗВ величина сброса нитратов за восьмилетний период не изменилась, по шести веществам отмечается снижение сброса, в том числе по трем — существенное. Однако по восьми веществам наблюдается рост сброса загрязнений, причем по шести весьма заметный — в 1.7–2.4 раза.

В настоящее время ~6% объема сточных вод Республики Крым, содержащих ЗВ, сбрасывается непосредственно в Азовское море, 44–46% — в Черное море, 36–38% — в водные объекты бассейна р. Салгир, 12% — во все остальные поверхностные водные объекты (реки, озера, водохранилища) [7].

Рассматривая динамику качества воды рек Крыма, впадающих в Черное море, можно заключить, что за 2015–2022 гг. оно в основном изменилось в лучшую сторону. По данным Гид-

Таблица 4. Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в Республике Крым

Загрязняющие вещества	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2014 г., %
Сухой остаток, тыс. т	74.68	—	101.08	61.39	56.42	106.1	95.93	119.7	97.37	130
Сульфаты, тыс. т	17.38	20.04	19.21	16.64	20.01	17.30	14.33	17.96	12.81	74
Хлориды, тыс. т	34.49	36.77	25.63	22.29	33.82	31.80	29.97	39.36	29.45	85
ХПК, тыс. т	2.597	2.141	2.910	3.078	3.010	2.797	4.065	6.829	5.471	211
Нитраты, т	3713	2229	4134	4457	4295	3745	3597	4627	3771	102
БПК полный, т	1727	2012	1908	2591	2626	2314	2441	3690	3372	195
Взвешенные вещества, т	1295	1559	1768	2136	2088	1909	2024	1848	2249	174
Азот аммонийный, т	365.0	457.0	510.7	775.1	806.4	4521	4828	4090	643.7	176
Фосфаты (по фосфору), т	441.3	551.6	560.6	688.3	702.3	514.9	607.9	265.7	195.4	44
Нитриты, т	96.40	95.27	106.3	102.02	82.90	159.9	89.47	86.74	112.4	117
Железо, т	12.93	16.45	14.06	20.29	17.12	16.61	15.21	12.59	9.10	72
Нефтепродукты, т*	—	17.77	14.39	20.76	19.27	18.29	12.34	5.244	6.105	34
НСПАВ, т*	—	18.41	19.92	36.62	26.26	6.677	0.450	0.266	0.232	1.3
Алюминий, т	1.501	1.039	0.981	0.676	1.189	0.840	0.747	3.574	3.607	240
Медь, кг, т	148.0	6.1	—	5.0	—	—	0.1	10.1	284.9	192

*2022 г. к 2015 г., %.

рохимического института [13], на реках Биюк-Узенбаш, Дерекойке, Демерджи качество воды, определяемое на основе удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ), изменилось с класса 2 (“слабо загрязненная”) на класс 1 (“условно чистая”); на р. Улу-Узень — с класса 3а (“загрязненная”) на класс 2. Качество воды в реках Кучук-Узенбаш, Альме и Таракташ не изменилось. В р. Ускут качество воды ухудшилось — с класса 3а до класса 3б (“очень загрязненная”).

В Приазовье улучшение качества воды с класса 3а до 2 и с класса 3б до 3а произошло на р. Салгир (створы в с. Пионерское и с. Двуречье). На р. Биюк-Карасук отмечено ухудшение качества воды с класса 2 до класса 3а в створе ниже г. Белогорска, и без изменения оно осталось в створе выше г. Белогорска. Качество воды рек Малый Салгир (створы выше и ниже Симферополя) и Салгир (ниже пгт ГРЭС) осталось класса 3а. Таким образом, на реках Черноморского побережья Крыма качество воды за этот период в основном улучшилось, а на реках Азовского побережья не изменилось.

Контроль качества морской воды проводится в местах водопользования населения. С этой

целью установлено 340 контрольных створов на пляжах Республики Крым, где проводятся мониторинговые исследования. По микробиологическим показателям в курортный сезон 2022 г. не соответствовало санитарно-эпидемиологическим требованиям 3.27% проб, по санитарно-химическим показателям — 0.04% [5].

В 2022 г. >97% ЗВ (кроме нитратов и сухого остатка), содержащихся в сточных водах Севастополя, сбрасывалось непосредственно в Черное море; основные водотоки (реки Черная, Бельбек, Кача) ими не загрязнялись. За довольно короткий период сброс ЗВ в этом субъекте федерации значительно вырос (табл. 5).

Так, сброс сухого остатка, нефтепродуктов, никеля увеличился в 15–26 раз, а сброс соединений железа, цинка, меди, марганца — в 2.5–6 раз. По четырем веществам сброс увеличился на 30–70%, а по БПК и нитратам — лишь на 10–12%. Сброс нитритов в Севастополе сократился на 40%. Сокращение сброса фосфатов и ХПК было самым значительным — соответственно в 2.6 и 5.5 раз.

Поскольку сбросы осуществляются в основном в море, качество воды рек, протекающих

Таблица 5. Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в г. Севастополе

Загрязняющие вещества	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2014 г., %
Сухой остаток, тыс. т	0.922	0.992	14.34	13.96	13.99	13.31	13.22	14.43	15.86	1720
Сульфаты, т	1412	1564	1614	1583	1769	1658	2146	2356	1831	130
Хлориды, т	2234	3515	3459	3096	2299	2696	3573	4363	3864	173
ХПК, т	5352	5225	5527	5574	6571	5710	6546	6831	980	18
БПК полный, т	3533	3459	3534	3584	4257	4094	3946	4040	3950	112
Взвешенные вещества, т	2047	3551	4393	2552	3601	3958	4146	3497	3566	174
Азот аммонийный, т	712.6	653.5	813.7	1333	1129	1417	1110	1005	1082	152
Нитраты, т	221.3	227.2	238.8	259.5	261.7	159.0	158.9	201.9	242.4	110
Фосфаты (по фосфору), т	208.3	221.8	224.2	251.9	242.5	72.78	75.48	79.20	81.21	39
Нефтепродукты, т*	—	2.41	2.35	25.41	88.07	87.71	37.49	29.89	62.99	2612
Нитриты, т	6.700	8.615	8.419	9.415	8.673	8.136	5.612	2.686	4.057	61
Железо, т	8.863	9.371	9.830	12.39	15.62	16.31	17.64	15.04	23.77	268
Цинк, кг	224.9	288.4	99.1	1035	1131	665	1051	1756	1364	607
Медь, кг	179.3	195.7	214.8	626.4	706.7	771.8	538.4	498.7	433.8	242
Никель, кг**	—	—	—	153.8	1140	1887	2923	3413	2279	1482
Марганец, кг**	—	—	—	744.5	848.9	1827	2168	2226	2269	305

*2022 г. к 2015 г., %.

**2022 г. к 2017 г., %.

в Севастополе, за исследуемый период, по данным Гидрохимического института, улучшилось [13]. В р. Черной качество воды, определяемое на основе УКИЗВ, изменилось с класса 2 (“слабо загрязненная”) до класса 1 (“условно чистая”), а на р. Каче — с класса 3а (“загрязненная”) до класса 1. В р. Бельбек качество воды не изменилось и по-прежнему относится к классу 2 (“слабо загрязненная”).

В Севастополе контроль качества морской воды проводится на 24 створах. В 2022 г. на пляжах не отвечало требованиям санитарно-эпидемиологических норм по микробиологическим показателям 12.2% проб. По санитарно-химическим показателям неудовлетворительных проб не было [5]. Источники загрязнения морской воды — сточные воды канализационных очистных сооружений, несанкционированные выпуски отдельных мини-гостиниц, а также поверхностный сток.

Экономические механизмы регулирования водных отношений, используемые в РФ и Республике Крым, в том числе и плата за загрязнение водных объектов, слабо проработаны, не приносят должного эффекта и требуют корректировки и усовершенствования [4].

ВЫВОДЫ

Выявлено резкое изменение структуры забора пресной воды из различных источников. За 2014–2021 гг. забор воды из поверхностных источников в Республике Крым снизился в 2.2 раза, а забор воды из подземных источников увеличился в 2.8 раза.

Для всех муниципальных образований характерна крайне изношенная коммунальная инфраструктура, требующая огромных затрат на восстановление. За 2014–2022 гг. утечки и потери в водопроводной сети Крыма выросли на 44%, а в расчете на 1 км сетей — на 47%. Необходимо резко усилить мощности по строительству и реконструкции водопроводных сетей.

Среднесуточное водопотребление населения в Республике Крым с учетом отдыхающих за 2014–2022 гг. снизилось с 134 до 101 л, а в Сева-

стополе в результате резкого роста численности постоянного населения и одновременного сокращения объемов водоподачи — с 184 до 98 л.

Доля населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, в последние годы не повышается. В настоящее время только 3/4 городского населения Республики Крым и <2/3 сельского населения обеспечены качественной питьевой водой. Количество впервые зафиксированных случаев заболеваний, связанных с водным фактором, в последние годы не снижается. Требуется строительство современных сооружений и использование новых технологий предварительной очистки природных вод.

Оборотное и повторно-последовательное водоснабжение позволяет существенно экономить использование свежей воды на производственные нужды. В Республике Крым коэффициент водооборота в последние годы составляет 73–75%. В Севастополе после введения в 2019 г. в эксплуатацию Балакловской ТЭС он увеличился с 1 до 95–97%.

После перекрытия Северо-Крымского канала площадь поливаемых земель сократилась в 7–8 раз. Резкий рост дефицита воды в сельском хозяйстве привел к стремительному росту самого экономного способа полива — капельного. Для повышения водообеспеченности мелиоративного комплекса Крыма необходимо совершенствование технологий полива и поливной техники; вовлечение в водооборот коллекторно-дренажных и сточных вод; снижение потерь воды на фильтрацию, утечки, испарение.

В условиях засушливого климата развитие орошаемого земледелия крайне важно для наращивания производства продукции земледелия. В настоящее время в Крыму на орошаемых землях выращивают 35–60% урожая картофеля и овощей, 40% кукурузы на силос, 20–40% кукурузы на зерно, 30–45% ягод и винограда, 60–70% плодов косточковых культур, 80–90% плодов семечковых культур.

Доля загрязненной воды в общем объеме сточных вод выросла к 2022 г. в Республике Крым до

90%, в Севастополе до 84%. До нормативов очищается соответственно 5.5 и 0.7% объема вод, требующих очистки. Более 50% загрязненных вод республики отводится непосредственно в Черное и Азовское моря. На реках Черноморского побережья Крыма качество воды за этот период, в основном, улучшилось, а на реках Азовского побережья не изменилось.

В 2022 г. >97% основных загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах Севастополя, сбрасывалось непосредственно в Черное море и главные водотоки (реки Черная, Бельбек, Кача) ими не загрязнялись. В 2022 г. на пляжах не отвечало требованиям санитарно-эпидемиологических норм по микробиологическим показателям 12.2% проб морской воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисенко М.Н., Березовская С.П.* Орошение виноградников Крыма — стратегически важный элемент получения винограда высокого качества // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 54 (6). С. 33—51.
2. *Боровой Е. П., Ходяков Е.А., Кременской В. И., Джанарова А.М.* Этапы развития капельного орошения в Крыму // Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2 (58). С. 29—39.
3. *Ветрова Н.М., Борбот И.Н., Данилович И.В.* Особенности формирования экологически безопасного водоснабжения на вододефицитных территориях // Вестн. Волгоградского гос. архитектурно-строительного ун-та. Сер. Стр-во и архитектура. 2023. Вып. 3—4 (92). С. 148—156.
4. *Волкова Н.Е., Иванютин Н.М., Тарасенко В.С., Паштецкий В.С., Подовалова С.В.* Рациональное водопользование в Республике Крым: значение, ограничения, подходы к достижению // Вод. ресурсы. 2022. Т. 49. № 4. С. 363—371.
5. Государственный доклад “О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе в 2020 году”. [Электронный ресурс]. <https://82.rospotrebnadzor.ru/s/82/files/documents/Gosdoklad/149867.pdf> (дата обращения: 21.02.2024)
6. *Данилов-Данильян В.И., Козлова М.А., Полянин В.О., Чеснокова И.В.* Научное обеспечение водной безопасности Крыма: проблемы и решения // Вод. ресурсы. 2022. Т. 49. № 4. С. 363—371.
7. Данные наблюдений за объемом вод при водопотреблении и водоотведении на всех водных объектах (по форме 2—ТП (водхоз)) // Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=513> (дата обращения: 21.02.2024)
8. *Демин А.П.* Развитие орошения и производство продовольствия в Республике Крым (2014—2020 гг.) // Орошаемое земледелие. 2022. № 3. С. 30—34.
9. *Демин А.П., Зайцева А.В., Харламов М.А.* Водопотребление и водоотведение в муниципальных образованиях Республики Крым и г. Севастополь: современное состояние и проблемы // Вод. ресурсы. 2022. Т. 49. № 4. С. 395—406.
10. Для восстановления мелиоративной сети на 90 тыс. гектарах поливных земель республики потребуется более 10 миллиардов рублей / *Алиме Зарединова*. [Электронный ресурс]. https://msh.rk.gov.ru/article/show/2022_08_18_18_05_dlia_vosstanovleniia_meliiorativnoi_seti_na_90_tys_gektarakh_polivnykh_zemel_respubliki_potrebuetsia_bolee_10_milliardov_rublei_alime (дата обращения: 26.02.2024)
11. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2021 году. Симферополь: Министерство экологии и природных ресурсов Республики Крым, 2022. 400 с.
12. Доля населения Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения. [Электронный ресурс]. <https://fedstat.ru/> (дата обращения: 26.02.2024)
13. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2015—2022 гг. [Электронный ресурс]. <https://gidrohim.com/node/44> (дата обращения: 26.02.2024)
14. *Ляшевский В.И., Тищенко А.П., Волкова Н.Е., Иванютин Н.М.* Водообеспечение сельскохозяйственной отрасли Крыма: текущая ситуация и перспективы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2016. № 4 (64). С. 120—125.
15. О работе водопровода (отдельной водопроводной сети) в г. Севастополе [Электронный ресурс]. <https://82.rosstat.gov.ru> (дата обращения: 21.02.2024)
16. О работе водопровода (отдельной водопроводной сети) в Республике Крым [Электронный

- ресурс]. <https://82.rosstat.gov.ru> (дата обращения: 21.02.2024)
17. О развитии санаторной и туристической отрасли Республики Крым [Электронный ресурс]. <https://mtur.rk.gov.ru/structure/390f90d8-c460-46d6-90d4-981752dcf46a> (дата обращения: 21.02.2024)
 18. Постановление Совета министров Республики Крым от 26 декабря 2017 года № 714 “Об утверждении единой схемы водоснабжения и водоотведения Республики Крым”. [Электронный ресурс]. <https://rk.gov.ru/documents/d2040381-6ab0-497a-81f9-338efbaeef38> (дата обращения: 21.02.2024)
 19. Статистические данные о количестве туристов, посетивших Республику Крым. [Электронный ресурс]. <https://mtur.rk.gov.ru/structure/390f90d8-c460-46d6-90d4-981752dcf46a> (дата обращения: 21.02.2024)
 20. Юрченко И.Ф. Роль водосбережения в орошаемом земледелии республики Крым // Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 482–491.

TRANSFORMATION OF WATER CONSUMPTION AND WATER DISPOSAL IN THE REPUBLIC OF CRIMEA AND SEVASTOPOL UNDER WATER RESOURCE SHORTAGE

A. P. Demin*, A. V. Zaitseva, I. A. Vishnevskaya

Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119333 Russia

**e-mail: deminap@mail.ru*

The aim of the article is analytical assessment of transformation of water management and reclamative complex of Crimea under water resource shortage. The study was conducted by using system, and information and analytical approaches with the use of methods of logical and comparative analysis, qualitative and quantitative analysis of statistical data. Dramatic change in the structure of fresh water withdrawal is revealed. The data on the growth of water losses as a result of increasing deterioration of water supply systems and small volumes of its rehabilitation is presented. The dynamics of reduction of specific water consumption for drinking and domestic purposes, insufficient supply of population with drinking water of high quality is shown. The influence of recycled water supply on saving in fresh water use for production purposes is considered. Dramatic decrease of the area of irrigated land, change in the structure of irrigated land use, rapid development of drip irrigation, and the role of irrigation in the production of the most important agricultural products are shown. It is revealed that the share of polluted wastewater is increasing, and the share of normatively treated water is decreasing. In the Republic of Crimea there is both a decrease and an increase in the discharge of certain pollutants. Water quality of most rivers of Crimea does not deteriorate.

Keywords: Republic of Crimea, Sevastopol, water resources deficit, domestic and drinking water supply, specific water consumption, recycled water supply, irrigation, polluted and normatively treated water, discharge of pollutants, water quality