

ПРОБЛЕМЫ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ АРИДНЫХ РЕГИОНОВ

УДК 504.06

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КРЫМА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ¹

© 2022 г. В. И. Данилов-Данильян^а, М. А. Козлова^а *,
В. О. Полянин^а, И. В. Чеснокова^а

^аИнститут водных проблем РАН, Москва, 119333 Россия

*e-mail: mblshok@mail.ru

Поступила в редакцию 18.01.2022 г.

После доработки 18.01.2022 г.

Принята к публикации 21.01.2022 г.

Проанализированы современные представления о водных ресурсах Крыма, отмечена недостаточность знаний о поверхностных водах и, тем более, месторождениях подземных вод, а также взаимосвязях тех и других. Рассмотрены и негативно оценены возможности удовлетворения потребностей в воде за счет внешних источников на среднесрочную перспективу. Выдвинуто предположение о возможности полноценного водобеспечения населения и экономики Крыма из собственных источников за счет рационального их использования, интегрированного управления водными ресурсами и модернизации водного хозяйства. Выявлены основные факторы формирования качества воды в природных водных объектах Крыма, указаны некоторые направления развития мониторинга качества вод и меры по его улучшению. Наводнения в 2021 г. в Крыму рассмотрены как сигнал к тому, чтобы такую угрозу рассматривать как постоянный фактор; отмечены антропогенные обстоятельства, усиливающие риск наводнений, и меры по снижению риска.

Ключевые слова: Крымский полуостров, вододефицит, водная безопасность, поверхностные воды, подземные воды, карст, качество воды, загрязнение водных объектов, наводнения, страхование, страховые индексы территорий, интегрированное управление водными ресурсами.

DOI: 10.31857/S0321059622040022

ВВЕДЕНИЕ

Крым – наиболее вододефицитный 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. Этот обусловленный природными условиями дефицит практически полностью покрыт вводом Северо-Крымского канала (СКК) в 1971 г., однако решением властей Украины в 2014 г. подача воды в Крым по СКК была полностью прекращена.

2014–2018 гг. оказались многоводными, и ценой отказа от рисосеяния удалось справиться с дефицитом воды без особых потерь. Это послужило причиной для совершенно необоснованных надежд на то, что водный дефицит в Крыму и в дальнейшем не будет столь жестким, как можно ожидать по среднесулетним гидрометеорологическим данным, и для его преодоления не тре-

буется экстраординарных мер. Но пятилетний многоводный период – исключительная редкость для Крыма, и в 2019 г. дефицит воды проявился в полной мере, хотя этот год надо признать средним по водности. Маловодным случился следующий 2020 г., и ситуация с водобеспечением на полуострове уже в начале лета была признана катастрофической. Крымский водный дефицит (впервые после воссоединения с Россией), наконец, был осознан как важнейшая общегосударственная проблема – проблема национальной безопасности. Это породило появление и извлечение из архивов массы “проектов”, большинство которых способны поразить специалистов своей неадекватностью реальным условиям или некомпетентностью авторов. СМИ забиты суждениями этих “проектов” (в основном на дилетантском уровне), в то время как необходимости в серьезном научном анализе ситуации и разработке основанных на нем мер обеспечения водной безопасности Крыма почти не уделяется внимания. Наконец, 2021 г. ознаменован небывалыми для Крыма наводнениями в его восточной части и на Южном побережье. Оказалось (в полном соответствии с глобальными климатологиче-

¹ Работа выполнена в рамках Государственного задания ИВП РАН (тема 0126–2021–0001, государственная регистрация 121040700170–9, тема FMWZ–2022–0002).

скими прогнозами), что неустойчивость климата, экстремальные погодно-климатические явления противоположной направленности возможны и в Крыму, и надо быть готовыми к таким событиям.

ПРОБЛЕМЫ ДЕФИЦИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА КРЫМСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Дефицит водных ресурсов в Крыму усугубляется совершенно недостаточным знанием об их реальном наличии на полуострове, водном режиме природных водных объектов (поверхностных и подземных), гидрологических требованиях и экологических ограничениях по их эксплуатации, крайней неэффективностью их использования – сказывается своего рода самоуспокоенность, наступившая после сооружения СКК.

Поверхностные воды Крыма остаются малоизученными. Все заметные водотоки берут начало в горной части полуострова, где сильно развит карст, и, как правило, существенную роль в их питании играют подземные воды. Связь с подземными водами карстующихся пород определяет “капризность” и плохую предсказуемость режима крымских рек. Особенно заметным это стало при изучении хода наводнений в 2021 г. Однако без детального описания (с помощью гидрогеологических моделей) взаимодействия поверхностных и подземных вод целостное представление о водных ресурсах Крыма сформировать нельзя.

Подземные воды полуострова активно исследовались в 1960–1970-е гг., но с тех пор данных о них почти не прибавилось. Проводившиеся ранее геологоразведочные работы обычно ограничивались изучением высоко расположенных (до 180 м) водоносных горизонтов. Современные геофизические методы позволяют быстро, с относительно малыми затратами (порядка 280 млн руб. на весь полуостров) и надежно изучать пласты с залеганием до 300 м. Геофизическое сканирование всей территории Крыма на эту глубину можно осуществить за 3–4 мес. Успешный опыт таких работ в России имеется, и можно только удивляться тому, что они до сих пор не выполнены, хотя предложения осуществить их подавались с 2014 г. неоднократно.

Некоторые эксперты полагают, что обнаружение крупных месторождений пресных вод в Крыму маловероятно. Это мнение основано на гипотезе о том, что практически под всей территорией полуострова на глубине 180–200 м расположен водоупорный (глинистый) горизонт, определяющий подземный сток в море всей воды, “остающейся” после поверхностного стока и испарения и не удерживаемой почвогрунтами выше этого горизонта. Но высказана и иная точка зрения, согласно которой, под водоупорным горизон-

том могут располагаться трещиноватые пласты (прежде всего известняки), содержащие значительные запасы воды, в том числе и пресной. Невозобновляемые запасы подземных вод образовались, с большой вероятностью, из-за фильтрации при эксплуатации СКК в течение почти полувека; соответствующие потери на крымском участке канала составляли, по-видимому, ~40%. Такие запасы могут выполнять функцию резерва в особо кризисные для водоснабжения годы.

Для эффективного управления водным хозяйством и особенно для планирования его долгосрочного развития необходима информация о водопользовании и его перспективах. Однако в настоящее время отсутствуют надежные оценки объемов потребления воды по видам деятельности, нет и прогнозов развития различных типов производств. Практически бесконтрольно осуществляется сброс загрязненных вод в море. Неудовлетворительно и состояние самого водного хозяйства. Его материально-техническая база отстала от современных стандартов развитых стран по крайней мере на 40 лет. Гидроизоляция открытых каналов (тем более водохранилищ) – большая редкость, трубы водоводов и водопроводных сетей изношены, в избытке наблюдаются протечки, оборудование на станциях водоподготовки и водоочистки почти повсеместно требует замены. Естественно, что такое состояние водного хозяйства усугубляет дефицит воды [6].

Представляется вполне вероятным, что экономика Крыма сможет полноценно развиваться на основе эксплуатации собственных водных ресурсов, без привлечения внешних источников, а также без массового использования “нетрадиционных” (кондиционирование, опреснение и пр.) способов производства пресной воды. И только от рисосеяния придется отказаться, но при умелой организации сельского хозяйства это не скажется на объеме производства продукции и его эффективности [5].

Возможности решения проблем водной безопасности Крыма при переходе на местные водные ресурсы связаны с необходимостью структурной перестройки водного хозяйства региона на основе принципов интегрированного управления. Опыт внедрения этих принципов накоплен экономически развитыми странами с удельной водообеспеченностью, близкой к той, что имеется в Крыму (Дания, ЮАР, вододефицитные районы на юго-западе США), или существенно более низкой (Израиль, Сингапур). Опыт таких стран показывает, что эффективные решения в этой области должны опираться на надежные оценки водноресурсного потенциала региона в целом и его отдельных районов, прогнозы изменений водного режима рек и запасов подземных вод для задач оперативного управления водноресурсны-

ми системами, оценки возможных изменений водных ресурсов при различных сценариях хозяйственной деятельности и будущего климата для задач стратегического планирования. Инструментами таких оценок и прогнозов в экономически развитых странах служат системы поддержки принятия решений.

Из активно обсуждаемых идей, реализация которых, как предполагают их авторы, решит проблему дефицита воды в Крыму или во всяком случае ослабит ее остроту, прежде всего следует назвать проект переброски в Крым воды из р. Кубани. При этом не принимается во внимание, что бассейн Кубани тоже водонедостаточный регион, в маловодные годы потребность в пресной воде здесь удовлетворяется в лучшем случае на 60%, а такие годы здесь — обычное явление, причем они могут случаться “сериями” по шесть лет подряд. Строительство водохранилища в нижнем течении Кубани, каналов, насосных станций и, особенно, сооружение водовода под Керченским проливом потребуют, по явно заниженным оценкам, порядка 200 млрд руб. капиталовложений, но главное — все это не решит проблем Крыма: в среднем один раз в три года никакой воды для подачи через эту систему просто не будет (именно в те годы, когда вода особенно нужна).

Распространять крымскую водную проблему на Краснодарский край — во всех отношениях неприемлемо. Идея строительства водохранилища в низовьях Кубани для перехвата паводковых вод, возможно, реализуема, но тогда это водохранилище следует использовать как дополнительный источник воды в Краснодарском крае, а не для переброски в Крым. Очевидно, что и капитальные затраты будут существенно ниже (не требуется ничего подобного водоводу через Керченский пролив), и текущие издержки не будут включать весьма значительных составляющих, определяемых необходимостью подъема воды после Керченского пролива.

Поиски пресной воды под дном Азовского моря представляются бесперспективными. Даже если там существует водоносный горизонт (или линзы) с пресной водой, его эксплуатация обусловит процесс восполнения месторождения, но в данном случае восполнение наверняка будет осуществляться водой Азовского моря. Эта вода имеет минерализацию 14‰, и при таком восполнении быстрое засоление месторождения с исходно пресной водой неизбежно.

Предлагается проект строительства опреснительного завода в Ялте. Эта идея страдает серией неисправимых недостатков. Во-первых, категорически нельзя строить промышленное предприятие в центре ценнейшего курортного района. Во-вторых, если уж заниматься опреснением

морской воды для Крыма, то не черноморской с минерализацией 18‰, а азовской — на 4‰ менее соленой. В-третьих, опреснение — весьма энергоемкий процесс, внятного ответа на вопрос, откуда взять для него энергию в Крыму (не только в Ялте), не имеется (АЭС в курортном районе строить нельзя, ТЭС — крайне нежелательно, до достаточно масштабного освоения возобновимых источников энергии в России еще далеко). И вообще: экономическая эффективность опреснения для Крыма — весьма сомнительна. Более перспективными представляются другие нетрадиционные способы получения пресной воды: кондиционирование водяных паров из воздуха (аналогами бытовых установок — обычных кондиционеров, иногда одновременно выполняющих функции калорифера), методы активного метеорологического воздействия, позволяющие добиваться усиления осадков.

Необходимо подчеркнуть: рациональное решение проблемы водоснабжения Крыма возможно только на основе полных системных знаний о собственных запасах воды на полуострове, их экономически эффективная эксплуатация требует создания системы интегрированного управления водными ресурсами.

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КРЫМА

Не менее важный критерий водной безопасности — качество воды, а также общее экологическое состояние водосборных территорий и областей питания поверхностных и подземных водных объектов. На химический состав природных вод очень сильное влияние оказывают природно-климатические и местные литологические особенности, режим формирования стока и строение гидрографической сети. Например, для большинства рек в их среднем и нижнем течении речной сток имеет транзитный характер, поскольку густота речной сети на этих участках невысокая и сколько-нибудь значимые притоки, как правило, отсутствуют, а расходы воды во многих водотоках имеют выраженную тенденцию к уменьшению по мере движения воды к устью. Это вызвано как отсутствием дополнительной подпитки, значительными испарением и инфильтрацией в относительно рыхлые пойменно-русловые отложения, так и отбором воды на орошение полей и личных подсобных хозяйств. Изъятие воды на отдельных участках часто достигает половины стока реки в меженный период. На этом фоне многие специалисты отмечают заметное ухудшение качества воды Крымских рек, например Салгира, Биюк-Карасу, Дерекойки и др., от верховьев вниз по течению [9].

Природная составляющая такого ухудшения наиболее значимо проявляет себя в центральной и северной частях Крыма и на Керченском п-ове — зонах с недостаточным увлажнением в условиях преобладания испарения над осадками и засоленности почвогрунтов, где речные воды характеризуются высокой (иногда >2 г/л) минерализацией, жесткостью и преобладанием в солевом составе хлоридов, сульфатов и ионов натрия [22]. Те же показатели превышены и в подземных водах на значительной части Крымского п-ова, что, по данным Межрегионального управления Роспотребнадзора по Республике Крым и г. Севастополю, — лимитирующий фактор водоснабжения населения таких, например, городов, как Красноперекопск, Евпатория, Саки, Красноперекопского района [23]. Аналогичная ситуация складывается в Нижнегорском и Джанкойском районах, где наблюдаются отдельные очаги минерализации до 2 г/л и высокой жесткости. В северных и северо-восточных районах минерализация может достигать до 5 г/л [12]. В целом по Крыму на сегодняшний день минерализация не соответствует требованиям санитарно-питьевых норм на 184 месторождениях подземных вод [14], а разведанные запасы подземных вод, предполагаемые к эксплуатации, учитывают воды с минерализацией до 1.5 г/л [25]. При этом риски дальнейшего засоления подземных вод скорее всего будут оставаться очень высокими, что требует отдельного уточнения для каждого из крупных подземных водозаборов, эксплуатирующихся на полуострове. Действительно, в результате эксплуатации тысяч скважин скорости ежегодного понижения уровней подземных вод составляют от десятков сантиметров до 1.5 м, что приводит к подсыванию вод с повышенной минерализацией. Например, по оценкам [8], в Красноперекопском районе скорость продвижения соленых вод с С на Ю достигает 440 м/год.

От несоответствующей питьевым нормам воды особенно страдают жители сельской местности [12]. Анализ заболеваемости населения, выполненный в [3], показывает, что случаи поражения мочеполовой системы в 2014–2017 гг. занимали 2-е или 3-е место среди общего количества заболеваний в Крыму. Количество таких заболеваний в последние годы продолжает расти (>76 тыс. впервые зафиксированных случаев в 2019 г.), что напрямую связывается с санитарно-гидрохимическими показателями качества воды [4]. Также остается под вопросом и физиологическая полноценность употребляемой для хозяйственно-питьевых целей воды во многих районах Крыма [13] — возможно, не самая актуальная, но, тем не менее, важная на сегодняшний день проблема, вызванная неоптимальным соотношением компонентов солевого состава. Она требует отдельного рассмотрения, в том числе в свете

предлагаемых к реализации проектов по обессоливанию морской воды и ее использованию в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения. В случае производства такой воды в промышленных масштабах очевидны не только негативные последствия для окружающей среды при утилизации высокоминерализованных отходов водоподготовки, но и определенные сложности с дальнейшим кондиционированием обессоленной воды и оптимизацией ее потребительских свойств.

Помимо природных факторов, высокому загрязнению водных объектов способствует антропогенная деятельность. Среди ведущих причин загрязнения поверхностных вод некоторые исследователей [18] выделяют поступление загрязняющих веществ с хозяйственно-бытовыми сточными водами, включая неконтролируемые стоки, поступление загрязнений с сельхозугодий и приусадебных участков, смыв с территории водосборов при стокообразующих осадках. В последнем случае в явном виде подразумевается диффузное загрязнение, влияние которого в последние годы начинает все больше признаваться, в том числе исполнительными органами власти Республики Крым. В официальных отчетных документах указываются “неорганизованные” источники загрязнения и процессы, включающие смыв удобрений с полей, виноградников и пастбищ, аварии канализационных систем, несанкционированный сброс нечистот из частного жилого сектора в отсутствие централизованного сбора и очистки стоков в сельской местности [10]. Нерациональное использование водоемов часто приводит к их иссушению и загрязнению отходами животноводства и растительными остатками [24].

Анализ результатов гидрохимического мониторинга [9, 10] показывает, что реки Крыма практически повсеместно загрязнены тяжелыми металлами, в частности свинцом, кадмием и медью, концентрации которых существенно превышают рыбохозяйственные ПДК. Особенно высокие их концентрации наблюдаются в пределах селитебных территорий и ниже мест сбросов с очистных сооружений канализации. В длительные периоды без дождей загрязнение рек растет, особенно в приустьевых створах. Не редки случаи загрязнения рек нитратами и ионами аммония, вероятно, имеющего смешанное происхождение — в результате сбросов неочищенных сточных вод и поступления сельскохозяйственных стоков.

Многие проблемы качества воды связаны с эрозией почвы, масштабным автодорожным строительством, ведущимся на полуострове в последние годы, а также с высоким загрязнением почв тяжелыми металлами, бенз(а)пиреном и нефтепродуктами, особенно вблизи полигонов ТКО, автозаправочных станций (АЗС) и вдоль ав-

томагистралей. Такие места некоторыми исследователями [2] считаются зонами экологического риска. В частности, к таким зонам авторы указанной работы относят участки Южнобережного и Севастопольского шоссе в районе Большой Ялты, отмечая высокую загрязненность ливневого стока нефтепродуктами с территории городов Ялты, Алупки, поселков Гаспра, Гурзуф и других и отсутствие локальных очистных сооружений ливневой канализации на местных АЗС. Интенсивность среднегодовой ветровой и водной эрозии почвенного покрова, приводящая к увеличению в речных водах концентраций взвешенных веществ и сорбированных на них загрязнений, оценивается величинами 1.8–5.3 т/га в Северном Крыму, 12–15 т/га – в Северо-западном и Западном Крыму, а также на Керченском п-ове, до 16–22 т/га в предгорном и до 46.5 т/га в горном Крыму [11]. Прямые оценки выноса взвесей с речным стоком затруднены, поскольку створы гидрохимических наблюдений, как правило, не совпадают с гидрологическими постами.

Ясно, что решение многих из этих проблем требует нормативно-правового регулирования хозяйственной деятельности, стимулирования внедрения экологически ориентированных практик землепользования и производственных процессов, специальных водоохраных мероприятий, а также системы мониторинга, которая позволяла бы выявлять источники загрязнения и принимать своевременные меры по снижению рисков ухудшения качества воды.

В настоящее время на территории Республики Крым качество природных вод контролируется несколькими организациями, основные среди них следующие:

1) Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Крымское УГМС) – федеральное учреждение, осуществляющее мониторинг рек и водохранилищ;

2) Центр лабораторного анализа и технических измерений (ЦЛАТИ), подведомственное Министерству экологии и природных ресурсов Республики Крым и выполняющее контроль качества воды крымских рек по специально утвержденной программе в точках, расположенных выше и ниже основных выпусков сточных вод, артезианских скважинах и родниках;

3) Крымская гидро-геолого-мелиоративная экспедиция (Крымская ГГМЭ), находится в ведении Госкомводхоза; учреждение осуществляет мониторинг качества воды в местах, приуроченных к основным водозаборам поверхностных вод, гидротехническим сооружениям, устьям рек, а также на оросительных каналах и нескольких водозаборах подземных вод;

4) Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Крым и городе федерального значения Се-

вастополе – федеральное учреждение, контролирующее качество воды в тех поверхностных водных объектах, которые являются источниками централизованного питьевого водоснабжения.

Кроме того, ведомственный мониторинг осуществляют крымская водоснабжающая компания “Вода Крыма” и Водоканал Южного берега Крыма.

Несмотря на отсутствие единой базы данных и разные задачи перечисленных выше субъектов мониторинга, координация их деятельности в рамках работы Межведомственной комиссии при Совете министров Республики Крым по вопросам мониторинга окружающей среды позволяет получить общую картину состояния и загрязнения водных объектов. Однако, несмотря на все усилия, оперативное выявление и устранение источников загрязнения, особенно диффузных, на сегодняшний день остается практически недостижимым результатом и требует разработки отдельных подходов и программ.

Сложные условия формирования стока и качества воды, широкое распространение карста и, как следствие, несовпадение поверхностных и подземных границ речных водосборов усложняет задачи установления границ зон со специальным водоохраным статусом, требующих учета местной специфики. В этом отношении необходимо очень внимательно относиться к хозяйственному освоению (например, при развитии туристско-рекреационного комплекса) горных массивов и крымских яйл (областей формирования поверхностного и подземного стока), устанавливать ограничения на антропогенное преобразование природных ландшафтов, поддерживать природоохраный режим территорий, особенно там, где они тяготеют к верховьям рек и выходам грунтовых и карстовых вод.

Карстовые источники, дающие в целом воды высокого качества, – чувствительные индикаторы загрязнения водосборных территорий органическими соединениями и бактериями в результате влияния пастбищного животноводства и рекреационной деятельности на вершинах гор Главной и Внутренней куэстовых гряд [7, 26, 27]. Слабая защищенность аллювиальных и карстовых водоносных горизонтов, недостаточность научного обоснования зон санитарной охраны водозаборов подземных вод, формирование неконтролируемых очагов загрязнений – причины бактериального, нитратного и иного загрязнения подземных вод в районах Симферополя, Севастополя, Ялты, Алушты и др. [17].

Таким образом, в условиях интенсивной антропогенной нагрузки на водные объекты Крыма, осложняемых особенностями гидрологического режима, засушливостью климата и общим недостатком водных ресурсов на полуострове,

современное состояние зон санитарной охраны поверхностных вод и подземных источников требует пристального внимания; тем более, что последние весьма уязвимы в результате развития карста, техническое состояние водозаборных сооружений (обсадных колонн, запорной арматуры и пр.) нередко неудовлетворительно, а технические паспорта на артезианские скважины подчас отсутствуют.

УГРОЗА НАВОДНЕНИЙ И ПАВОДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Разнообразие ландшафтов, контрастность природных условий и их пространственно-временная изменчивость способствуют проявлению опасных природных процессов на территории Крымского п-ова, в том числе и наводнений. Не все они являются катастрофическими. В целом можно говорить об относительно небольшом риске природных катастроф в Крыму. Из всего набора опасных процессов, которые наблюдаются на полуострове, наибольшую опасность могут представлять наводнения, сели, оползни, карстовые процессы, просадки, землетрясения, осыпи, абразия, эрозия.

Крымские реки в условиях засушливого климата и незначительного годового количества осадков характеризуются маловодностью и не создают таких угроз, как крупные реки. Однако паводочный режим крымских рек почти ежегодно создает предпосылки для опасных подъемов уровня воды, что может привести к рискам для жизни людей и к экономическим потерям. Риски как самих наводнений, так и значительности наносимого ими ущерба в Крыму в основном создаются человеческим фактором — активными действиями людей: созданием преград (в частности мостов) для прохождения воды при высоких паводках, ускорением заиления рек и зарастания их русел в случае значительных объемов забора воды при недостаточных усилиях по расчистке и дноуглублению, застройкой речных пойм и др.

Мощные циклоны, обрушившиеся на Крым летом 2021 г., привели к затоплению части городов на полуострове. Сначала затопило Керчь, потом ливни добрались до Ялты, вызвав выход рек из берегов и затопление улиц и домов. В Ялте один человек погиб и более 40 пострадало. Многолетние наблюдения показывают, что подобная ситуация случается в Крыму чаще одного раза в сто лет, а примерно такие же осадки выпадают каждые ~10 лет.

По данным, полученным из [1, 15], в Крыму в результате резкого подъема воды было подтоплено 43 населенных пункта в шести муниципальных образованиях. В зону подтопления попали 524 частных жилых дома, 136 многоквартирных

домов и 74 социально значимых объекта. Повреждено 30 мостов, а также участки автомобильных дорог общей протяженностью >72 км. В результате пострадали 4082 человека, из них 59 человек получили травмы, двое погибли, один человек числится пропавшим без вести. Еще 867 человек частично лишились имущества, а 1692 местных жителя потеряли все. Среди нуждающихся в материальной поддержке от властей сразу оказались почти 3500 человек. На устранение последствий наводнения потребовались огромные средства — 272 млн руб. По оценкам экспертов, общий ущерб составил 4.7 млрд руб. Но эти цифры не окончательные, подсчет убытков продолжается, руководство Республики Крым определяет ущерб на общую сумму 12 млрд руб. И, очевидно, это не окончательная сумма.

По мнению экспертов, власти не занимались расчисткой русел рек городов Керчи и Ялты, поэтому они плотно заросли деревьями и кустарником. Создались условия обманчивой засухи, и поэтому реки казались полностью безопасными. Кроме того, федеральные средства, выделенные на благоустройство водостоков (например, нижнего течения р. Качи) были, по-видимому, использованы на другие цели.

Для г. Керчи причиной катастрофических событий стал также прорыв земляных плотин за городом в верховьях р. Мелек-Чесме. За состоянием этих плотин, включая намечавшиеся признаки размыва, несколько лет никто не следил, а с 2018 г. часть из них вообще была разрушена из-за строительства железнодорожной ветки от моста через Керченский пролив до ст. Багерovo. Паводковая волна, прорвав одну из оставшихся плотин, снесла остальные и пошла в центр города [21].

Для г. Ялты одной из существенных причин катастрофы в последние годы стала застройка элитным жильем пригородов над объездной дорогой, в долинах Учан-Су и Дерекойки.

Крайне неблагоприятный фактор для риска наводнений — бессистемная застройка, которая происходила в Крыму в 1990-е гг. и продолжается до настоящего времени. На полуострове очень высок износ сетей, как мелиоративных, так жилищно-коммунальных, все они были построены более 50 лет назад и с тех пор капитально не ремонтировались. Наконец, климатические изменения вряд ли снизят риск наводнений, скорее всего — они увеличат его. Крым находится в пяти климатических зонах — это сложный регион, и регулирование водопользования, предвидение и учет гидрологических последствий хозяйственной и иной деятельности, управление соответствующими рисками, в том числе и обусловливаемыми происходящими климатическими изменениями, требуют весьма серьезных усилий и

вложений, обязательно с опорой на научный анализ.

Последствия наводнений, подобных случившемуся в 2021 г., для Крыма могут быть как краткосрочными, так и долгосрочными. К первым относятся загрязнение рек и водохранилищ паводковыми водами, разрушение могильников, свалок и других экологически опасных сооружений, обнажение объектов накопленного экологического вреда. Возможны вспышки инфекций из-за вымывания могильников. Из долгосрочных последствий (особенно для Ялты) возможен размыв и постепенное разрушение берегов рек и ручьев, что приводит к активизации старых оползней и появлению новых. Эти процессы могут затронуть новостройки в микрорайонах, санаторные и рекреационные комплексы, их коммуникации, водопроводы и газопроводы. Меры, которые следует предпринимать для предотвращения или хотя бы ослабления таких угроз, давно и хорошо известны. Необходимо следующее:

регулярно и тщательно чистить русла рек, соблюдая при этом все правила охраны экосистем и поддержания экологического равновесия;

непрерывное мониторинговое состояние противостоящих комплексов — стен, дренажей, водосточков и других инженерных конструкций;

езде, где требуется, сооружать системы ливневой канализации и постоянно заботиться об их состоянии;

тщательно контролировать состояние дамб, особенно там, где есть каскады плотин;

непрерывно мониторировать уровень грунтовых вод в паводкоопасных районах, даже тогда, когда гидрометеопрогнозы не предвещают скорого выпадения осадков;

в паводкоопасных районах при строительстве фундаментов обращать особое внимание на водоотведение и противооползневые сооружения;

обеспечить безупречную работу служб оповещения об угрозах наводнений;

постоянно совершенствовать гидрометеопрогнозы на основе новых научных разработок, технического развития наблюдательной сети.

Конечно, люди, пострадавшие от природных катастроф, не остаются без помощи государства. Но очень важно и страхование рисков потерь имущества из-за природной стихии, развитие этого сектора финансового рынка. В Крыму, как и в России в целом, возникает потребность в муниципальных программах добровольного страхования жилья от рисков природных катастроф. Очевидно, они могли бы оживить рынок и снизить риски новых потерь, которые могут возникнуть с изменением климата. Известно, что на территории Российской Федерации наводнения в ряду стихийных бедствий занимают первое место

по повторяемости, плотности распространения и суммарному среднегодовому социально-экономическому ущербу. Согласно данным авторов статьи, среднемноголетний социально-экономический ущерб от наводнений в России составляет ~3 млрд долларов в год.

Для оценки экономического ущерба от наводнения необходима в первую очередь информация о степени опасности (интенсивности) процесса и об уязвимости объекта. Затем проводится расчет экономического ущерба, причиняемого реципиентам наводнениями. При этом для подтопления, нагонов, затоплений используются разные формулы. Поскольку объектами опасности могут быть жилые здания, сельскохозяйственные угодья и прочее, то при оценке ущерба они разделяются на 2 группы: для зданий и сооружений приводятся формулы расчета ущерба на основе оценки риска, для других объектов опасности — формулы прямого подсчета ущерба по его составляющим [19, 20].

Разработаны и предложены страховые индексы территорий [16]. Страховые индексы территории отражают: 1) принадлежность территории к определенному типу или типам характеристических инженерно-геологических массивов; 2) оценку социально-экономического риска от проявления опасных природных процессов, развитых на рассматриваемой территории. В свою очередь, типы характеристических инженерно-геологических массивов описываются определенным рельефом, характерным парагенезисом горных пород, тектонической структурой, сейсмотектоническим режимом, температурно-влажностным режимом грунтовой толщи, а оценка риска проводится с учетом уязвимости двух категорий — населения и промышленности. Страховые индексы позволяют выделить экономические регионы по приоритетам страхования в зависимости от наиболее ущербобразующих процессов, характерных для данного региона.

Объем страховых вложений в каждом экономическом районе зависит от многих факторов: природных, техногенных и социальных, которые достаточно полно отражены в предложенном страховом индексе.

Развитие страхования от наводнений будет способствовать предотвращению расширения стихийного явления до масштабов стихийного бедствия и чрезвычайной ситуации. Страховые фонды должны быть достаточно велики, чтобы предотвращать катастрофическое развитие наводнения, нарушающее нормальное функционирование социально-экономической сферы. В перспективе страхование от наводнений должно стать составной частью механизма управления безопасностью жизни и деятельности человека.

Анализируя опыт проведения страхования от наводнений, следует сделать следующие выводы.

1. В Крыму, как и в России в целом, до сих пор еще не принята Правительственная программа страхования от наводнений. Она составлена и находится в стадии бесконечного обсуждения. Трудно рассчитывать, что в современных условиях она будет финансироваться.

2. Страховой рынок в Крыму находится в стадии формирования, существовавшее ранее страхование не занималось проблемой страхования от опасных природных процессов, в том числе и наводнений. При возникновении чрезвычайных ситуаций Правительство целенаправленно выделяло средства на ликвидацию их последствий. Эти средства не могли полностью компенсировать причиненный ущерб.

3. Поменявшаяся за последние годы ситуация и развитие еще слабого страхового рынка позволяют надеяться, что страховщики обратят внимание на страхование от опасных процессов и будут принимать на себя эти риски, работая вместе с учеными различных специальностей.

4. Основные источники смягчения последствий наводнений на сегодняшний день следующие: федеральная помощь, заключающаяся в разработке и издании нормативно-правовых актов, контроль за их соблюдением; федеральный резервный фонд, оказывающий срочную поддержку при наиболее тяжелых по последствиям событиях, возложение же основной финансовой ответственности за возмещение ущерба на федеральный резервный фонд, как в России часто практиковалось, — несправедливо и неэффективно, хотя именно эта помощь остается до сих пор основным компенсирующим механизмом; развитие системы государственного и частного страхования и перестрахования с обязательным строго контролируемым направлением части средств на превентивные мероприятия.

В качестве основных препятствий развития системы страхования от наводнений следует отметить: ограниченность и часто недоступность данных для предсказания наводнения, достаточно большие интервалы между происходящими явлениями, ошибки в прогнозировании времени, места и интенсивности наводнения, огромная величина ущерба от наводнения, трудности с расчетом страховых ставок.

Наводнения, как отмечалось, — не единственный вид стихийных явлений, способных обрести черты стихийного бедствия в Крыму. Другое важное направление развития страхования определяют засухи. Но специфика страхования от рисков засух совсем иная, чем в случае наводнений. Прежде всего, в развитых странах сфера риска при засухе практически полностью ограничена экономикой, и если социальный фактор здесь то-

же присутствует, то он относительно легко сводится к экономическим показателям (чего нельзя сказать о наводнениях, оползнях, землетрясениях). При всей развитости теории страхования, включая актуарный анализ, ставший, по сути, прикладной математической дисциплиной, здесь еще многое предстоит разработать и опробовать на практике, особенно с учетом специфики Крыма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа современных данных о водных ресурсах Крымского п-ова, их использовании, состоянии водного хозяйства, возможностях разведки новых месторождений подземных вод и использования методов рациональной эксплуатации действующих — выдвинута научная гипотеза о том, что собственные водные ресурсы Крыма достаточны для удовлетворения потребностей населения и развивающейся экономики в пресной воде. Дальнейшие исследования будут направлены на конструктивное подтверждение этой гипотезы. Конечная их цель — построение научной основы для создания системы интегрированного управления водными ресурсами, модернизации водного хозяйства Крыма, регулирования качества воды в природных источниках и управления рисками наводнений и других водобусловленных стихийных бедствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бадина С.В., Панкратов А.А.* Уязвимость населения и экономики муниципальных образований туристического региона к природным опасностям // *Материалы III международ. науч.-практ. конф. “Рекреационная география и тренды развития туризма”*. Иркутск: ИГ СО РАН, 2021. С. 58–62.
2. *Ветрова Н.М., Иваненко Т.А., Гайсарова А.А., Меньянов Э.Э.* Проблемы зон экологического риска на приморских территориях Крыма // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2019. № 2 (26). С. 59–73. <https://doi.org/10.21869/23-11-1518-2019-26-2-59-73>
3. Государственный доклад “О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе в 2017 году”. 2018. [Электронный ресурс]. <http://82.rospotrebnadzor.ru/documents/Gosdoklad/> (дата обращения 02.01.2022)
4. Государственный доклад “О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе в 2020 году”. 2021. [Электронный ресурс]. <http://82.rospotrebnadzor.ru/documents/Gosdoklad/> (дата обращения 02.01.2022)
5. *Гусев Е.М., Джоган Л.Я., Насонова О.Н.* Водная безопасность Степного Крыма и возможные пути ее повышения // *Вод. ресурсы*. 2022. № 4. С. 383–396.

6. 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. № 4. С. 397–408.
7. Джамалов Р.Г., Егоров Ф.Б., Сафронова Т.И. Ресурсы подземных вод и их роль в водоснабжении Крыма // Вод. ресурсы. 2018. Т. 45. № 6. С. 596–602. <https://doi.org/10.1134/S0321059618060056>
8. Джамалов Р.Г., Сафронова Т.И., Егоров Ф.Б. Ресурсы подземных вод Крыма // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения. Сб. науч. тр., посвящ. Году экологии в России и 50-летию Института водных проблем РАН. Сочи: Лик, 2017. С. 66–71.
9. Доклад о состоянии и охране окружающей среды в 2019 г. 2020. [Электронный ресурс]. <https://meco.rk.gov.ru/ru/structure/60> (дата обращения: 21.12.2021)
10. Доклад о состоянии и охране окружающей среды в 2020 г. 2021. [Электронный ресурс]. <https://meco.rk.gov.ru/ru/structure/60> (дата обращения: 21.12.2021)
11. Ергина Е.И., Жук В.О. Региональные особенности проявления эрозии на территории Крымского полуострова // Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценологические аспекты). Материалы докл. Всерос. науч. конф. с международ. участием, посв. 60-летию лаборатории агроэкологии Никитского ботанического сада. Симферополь: АРИАЛ, 2019. С. 38–41.
12. Иванютин Н.М., Подовалова С.В. Изучение пригодности водных ресурсов юго-восточного Крыма для питьевых нужд // Экология и строительство. 2018. № 2. С. 4–10. <https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-10001>
13. Иванютин Н.М., Подовалова С.В. Физиологическая полноценность питьевых вод Крыма по химическому составу // Системы контроля окружающей среды. 2018. № 13 (33). С. 140–146.
14. Кобечинская В.Г., Ярош О.Б., Ивашов А.В., Апостолов В.Л. Проблемы качества питьевой воды западной части Крыма // Вода и экология: проблемы и решения. 2020. № 3 (83). С. 50–62. <https://doi.org/10.23968/2305-3488.2020.25.3.50-62>
15. Комсомольская правда. “Библейский потоп” в Крыму признан ЧС федерального масштаба. 13.08.2021. [Электронный ресурс]. <https://www.crimea.kp.ru/daily/28317.5/4459072/> (дата обращения 13.01.2022)
16. Кофф Г.Л., Чеснокова И.В. Информационное обеспечение страхования от опасных природных процессов. М.: ПОЛТЕКС, 1998. 168 с.
17. Лущик А.В., Горбатюк Н.В., Морозов В.И. Водоотбор и его влияние на подземные воды, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения в Крыму // Строительство и техногенная безопасность. 2016. № 2 (54). С. 83–91.
18. Миньковская Р.Я., Ингеров А.В. Гидрохимическая характеристика рек Севастопольского региона // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2010. № 22. С. 265–281.
19. Порфирьев Б.Н. Экономические последствия катастрофического наводнения на Дальнем Востоке в 2013 году // Вестн. РАН. 2015. Т. 85. № 2. С. 128–137.
20. Порфирьев Б.Н., Макарова Е.А. Экономическая оценка ущерба от природных бедствий и катастроф // Вестн. РАН. 2014. Т. 84. № 12. С. 1059–1072.
21. Почему затопило Ялту и Керчь – мнение ученого // РИА Новости Крым. 26.06.2021. [Электронный ресурс] <https://crimea.ria.ru/20210626/Pochemu-zatopilo-Yaltu-i-Kerch-mnenie-uchenogo-1119728850.html> (дата обращения 13.01.2022)
22. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 6. Украина и Молдавия / Под ред. М.М. Айзенберга, М.С. Каганера. Вып. 4. Крым. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 344 с.
23. Роспотребнадзор информирует о качестве питьевой воды в Республике Крым и г. Севастополе за первое полугодие 2021 года. [Электронный ресурс]. <http://82.rospotrebнадзор.ru/directions/nadzor/148939/> (дата обращения 22.12.2021)
24. Свергузова С.В., Кучерова Ю.О. Влияние сточных вод на здоровье человека и окружающую среду в Крыму // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования. Всерос. науч. конф. Белгород: БГТУ, 2019. С. 270–275.
25. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейнов рек Республики Крым. Кн. 1. Общая характеристика речных бассейнов, расположенных на территории Республики Крым. 2017. [Электронный ресурс]. <https://gkvod.rk.gov.ru/ru/structure/697> (дата обращения 22.12.2021)
26. Тарасенко В.С., Паштейцкий В.С., Ляшевский В.И., Панютин В.М., Резников С.В., Тимченко З.В. Экологические проблемы водохозяйственного комплекса Украины и Крыма // Таврический вестн. аграрной науки. 2013. № 1. С. 115–119.
27. Токарев С.В. Уязвимость карстовых подземных вод Горного Крыма к загрязнению: выявление, оценка и картирование. Дис. ... канд. геогр. наук. Симферополь: КФУ, 2020. 186 с.