

## ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 556.182;551.44

### ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КРЫМА

© 2016 г. Е. П. Каюкова\*, Ю.Г. Юровский\*\*

\*Санкт-Петербургский государственный университет,  
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199134 Россия.

E-mail: epkaui@gmail.com

\*\*Крымская Академия наук,

ул. Ялтинская, 20, г. Симферополь, Республика Крым, 333640 Россия.

E-mail: yurovsky\_yury@mail.ru

Поступила в редакцию 30.03. 2015 г.

После исправления 8.06.2015 г.

Водные ресурсы Крыма ограничены и полностью не обеспечивают питьевые и хозяйственные потребности региона. Более 50 лет проблемы с водными ресурсами Крымского полуострова решались за счет днепровской воды, поступающей по Северо-Крымскому каналу, однако после присоединения Крыма к России Украина приостановила подачу воды. На фоне обострения политической ситуации между Россией и Украиной положение в водохозяйственной сфере Республики Крым выглядит крайне сложным. Для решения водохозяйственных проблем Крыма необходимо ориентироваться на внутренние возможности полуострова. Именно ресурсы подземных вод являются ведущим фактором стабильного развития Крымского региона на современном этапе.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, Крым, ресурсы подземных вод.

Хорошо известно, что водные ресурсы Крымского полуострова ограничены и полностью не обеспечивают питьевые и хозяйственные потребности. Конечно, в Горном Крыму проблема не стоит столь остро, как на Керченском полуострове или в Присивашье, тем не менее в летний период даже в районах Предгорья существует серьезный недостаток питьевых и хозяйственных вод. Для решения водохозяйственных проблем Крымского полуострова были построены 23 водохранилища с общим проектным объемом 399.5 млн м<sup>3</sup> [6]. За счет местного естественного стока наполняются 15 водохранилищ, общим объемом 253.1 млн м<sup>3</sup>, восемь водохранилищ – наливные, они заполнялись днепровской водой через Северо-Крымский канал, который долгие годы исправно снабжал хозяйственно-питьевыми водами Феодосию, Керчь, Судак, некоторые сёла Ленинского района, частично гг. Симферополь и Севастополь (80% днепровской воды шло на нужды сельского хозяйства, до 60% тратилось на выращивание риса). За период эксплуатации различные части гидротехнической системы существенно износились, потери воды доходили до 50%.

#### СОБСТВЕННЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КРЫМА

Крымские реки, несмотря на свои небольшие размеры и то, что большинство из них в летний сезон пересыхают, играют важнейшую роль в

водном балансе своих территорий. Собственные суммарные ресурсы речного стока Крымского полуострова составляют 910 млн м<sup>3</sup>, из них 85% приходится на Горный Крым, 15% – на Равнинный Крым и Керченский полуостров [5]. В водохозяйственном балансе Крыма вклад речных вод с учетом водохранилищ естественного стока составляет 9.5%, приблизительно 6–9% годового стока задерживается водохранилищами. Естественный сток – величина непостоянная и напрямую зависит от гидрометеорологических условий территории, увеличиваясь или уменьшаясь в 2–3 раза в зависимости от температуры воздуха и испарения и, в следующую очередь, от количества атмосферных осадков. В маловодный год местные водные ресурсы сокращаются до 43 млн м<sup>3</sup>/год [8].

В 2015 г. климатические условия складываются крайне благоприятно для естественного водобеспечения Крымского полуострова. Например, по данным метеостанции г. Симферополя, только 11 июня выпало едва ли не 1.5-месячной нормы осадков! В других районах Крыма также отмечены аномальные выпадения атмосферных осадков. По данным Госкомводхоза Республики Крым к началу летнего сезона водохранилища естественного стока заполнены на 76% (195 млн м<sup>3</sup>) [11].

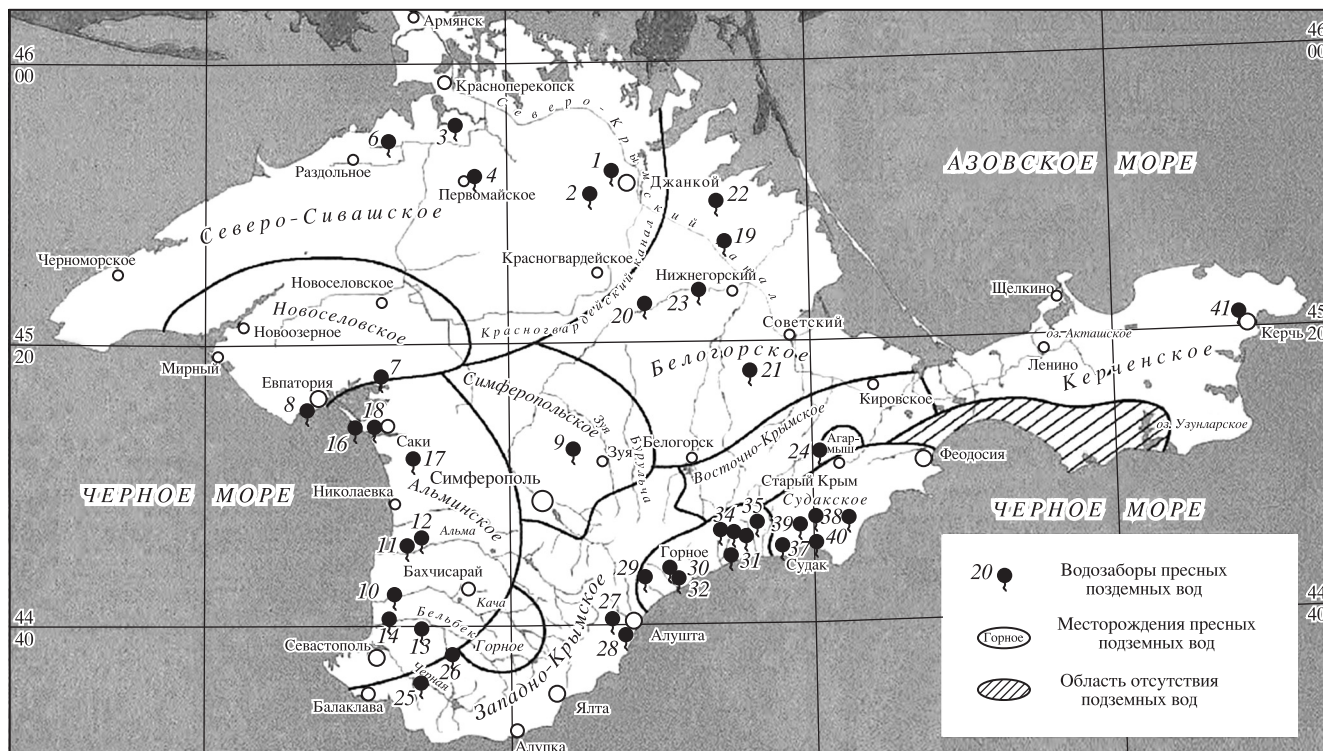


Схема размещения месторождений подземных вод [7].

Крымский полуостров не настолько беден подземными водами, как может показаться на первый взгляд. На территории полуострова пробурено более 3000 скважин, часть из них затампонирована – это стратегический запас пресных питьевых вод хорошего качества. При грамотном обращении с подземными водными ресурсами существует реальная возможность дополнительно получать немалые объемы воды хозяйственно-питьевого назначения. Всего в Крыму выделено, оценено и эксплуатируется 11 месторождений подземных вод, которые охватывают 78 участков (рисунок, табл. 1).

Прогнозные ресурсы Крыма оцениваются в количестве 1300.8 тыс. м<sup>3</sup>/сут (ГКЗ СССР, ТКЗ). Разведка подземных вод на Крымском полуострове давно не проводилась. Эксплуатационные запасы разрабатываемых месторождений подземных вод, утвержденные еще ГКЗ СССР, составляют 1178.3 тыс. м<sup>3</sup>/сут, из них на общие разведанные запасы (категории А + В + С<sub>1</sub>) приходится 987.1 тыс. м<sup>3</sup>/сут, на предварительно оцененные запасы (категория С<sub>2</sub>) – 191.2 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В табл. 1 по каждому из разведанных и эксплуатируемых месторождений Крымского полуострова приводятся сведения о количестве эксплуатируемых водоносных горизонтов и участков,

наличии запасов подземных вод по состоянию на 01.01.2002 г., а также данные по водоотбору в 2001 г. (на основании данных Геоинформа Украины [6]). В данной таблице также указаны номера отдельных водозаборов, привязанные к схеме размещения месторождений подземных вод (рисунок).

Исходя из того, что население Республики Крым по данным переписи 2005 г. составляет 1 994 300 человек, и с учетом того, что на душу населения необходимо питьевой воды не менее 100 л/сут, для обеспечения всех жителей полуострова пресными питьевыми водами требуется около 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут (или 73 млн м<sup>3</sup>/год). На хозяйственные нужды, по скромным подсчетам, требуется еще примерно 100 млн м<sup>3</sup>/год.

В среднем вклад днепровских вод Северо-Крымского канала в общий баланс водных ресурсов Крыма составлял 2.29 км<sup>3</sup> (78.3%), доля естественного речного стока, который аккумулировался в прудах и водохранилищах, – 0.31 км<sup>3</sup> (11.8%), забор подземных вод – 0.22 км<sup>3</sup> (7.8%), морских – 0.07 км<sup>3</sup> (2.1%). В процентном отношении вклад воды Северо-Крымского канала от года к году варьировал в пределах от 70.3 до 85.6%, доля естественного стока – от 3.1 до 20.7%, доля подземных вод – от 6.6 до 9.1% и морских – от 0.7 до 3.9%.

**Таблица 1.** Водозаборы Крыма с утвержденными запасами подземных вод, 2002 г. (по материалам [6, 7])

Название месторождения	Номер на схеме	Водозабор	Кол-во скважин	Утвержденные запасы пресных подземных вод тыс.м <sup>3</sup> /сут., в т.ч. по категориям					Водоотбор, тыс. м <sup>3</sup> /сут
				Всего	А	В	С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	
Северо-Сивашское	1	Джанкойский I	82	25.0	0	25	0	0	18.69
	2	Джанкойский II	6	43.0	27	4	12	0	0.03
	3	Воронцовский	6	59.0	0	59	0	0	14.81
	4	Первомайский	1	9.0	3.0	6.0	0	0	0
	5	Исходненский	6	25.0	0	19.1	5.9	0	19.34
	6	Раздольненский	10	45.0	18	27	0	0	2.32
Новоселовское	7	Охотниковский	3	14.5	7.4	0	7.1	0	0.52
	8	Евпаторийский		9.3	0	0	9.3	0	10.61
Симферопольское	9	Бештерек-Зуйский	7	13.5	0	13.5	0	0	0.35
Альминское	10	Орловский	12	40.0	28.2	11.8	0	0	1.06
	11	Вилинский I	3	12.6	6.1	3	3.5	0	2.03
	12	Вилинский II	14	32.0	21.9	10.1	0	0	24.28
	13	Бельбекский	2	3.5	3.5	0	0	0	1.67
	14	Любимовский	3	9.1	2.9	3.9	0	2.3	0
	15	Сакский химзавод I	8	5.3	0	5.3	0	0	0.04
	16	Сакский химзавод II	6	3.7	0	3.7	0	0	0.13
	17	Ивановский	13	38.3	27.6	10.7	0	0	31.91
	18	Чебогарский	13	37.6	28.2	9.4	0	0	26.04
Белогорское	19	Новопокровский	4	5.0	5.0	0	0	0	0.44
	20	Новогригорьевский	4	45.0	22	23	0	0	0.45
	21	Сухо-Индольский	6	1.0	0.7	0.1	0.2	0	0.2
	22	Просторненский	2	75.0	15	60	0	0	1.82
	23	Нежинский	2	75.0	15	60	0	0	0.14
Агармышское	24	Субашский	5	13.6	6.9	2.6	4.1	0	1.46
Западно-Крымское	25	Инкерманский	13	27.3	27.3	0	0	0	22.62
	26	Крепкинский	5	13.3	5.1	4.9	0	3.3	0.12
	27	Демерджинский	11	2.6	0	0.2	0	2.4	0.17
	28	Улу-Узеньский	13	3.9	1.3	0.9	0	1.7	0.4
Горное	29	Биюк-Узеньский	2	1.4	1.1	0	0.3	0	0.3
	30	Андусский	1	1.3	0.9	0	0.4	0	0.09
	31	Канакский	4	0.1	0	0.1	0	0	0.08
	32	Алачукский	1	0.3	0	0	0.3	0	0.27
	33	Арпатский	4	0.5	0	0.5	0	0	4.22
	34	Ускутский	5	1.4	1.3	0	0.1	0	
	35	Воронский	13	3.3	2	1.3	0	0	1.21
	36	Шеленский	10	0.2	0	0.2	0	0	
Судакское	37	Кутлакский	4	0.8	0.6	0	0.2	0	0.36
	38	Сууксинский	5	4.3	3.4	0.3	0.6	0	0.06
	39	Караджа-Карагачский	9	2.4	2.1	0.3	0	0	1.74
	40	Судакский I	3	0.7	0	0.5	0.2	0	0
Керченское	41	Керченский		13.9					3.15

В некоторых районах Крыма (главным образом – степных), где отсутствуют собственные водные ресурсы, и куда не доходят распределительные сети, потребляют привозную воду. Большой процент населения для питьевых целей

использует воду ненадлежащего качества (с минерализацией около 3 г/л и наличием ряда микрокомпонентов с превышенными значениями ПДК). Во многих районах Крыма (Кировском, Красноперекоском, Ленинском, Первомайском, Судакс-

**Таблица 2.** Оценка величины субмаринной разгрузки подземных вод некоторых районов Крыма

Участок побережья	Возраст водовмещающих отложений	Величина субмаринной разгрузки перетеканием, м <sup>3</sup> /сут на 1 пог. км	Дебит субмаринных источников, м <sup>3</sup> /сут
Тарханкутский полуостров Каламитский залив Балаклава–Форос Форос–Алушта Алушта–Феодосия	Q, N <sub>1</sub> N <sub>1р</sub> , N <sub>1м.</sub> , N <sub>1с</sub> J <sub>3</sub> J <sub>2-1</sub> Q	1.5–15.0 118–128 – незначительная р. Алачук – 83; р. Ворон – 180; р. Ускут – 270	10 <sup>3</sup> (межень)

ком, Симферопольском, Черноморском и др.) при недостатке подземных вод используют для питьевых целей поверхностные воды, которые часто не соответствуют санитарным нормам.

Жители большинства населенных пунктов, в том числе и в крупных городах, таких как Ялта, Феодосия, Севастополь, в летний период года получают воду для хозяйственно-бытовых целей по графику. Безусловно, это вынужденная мера и местное население относится к перебоям в водоснабжении с пониманием. Но эта мера наносит существенный урон имиджу курортных учреждений. Потери же дефицитной воды часто не оправданны, ибо существующее централизованное водоснабжение крайне нуждается в капитальном ремонте и реконструкции. Основным потребителем пресной воды на полуострове всегда было сельское хозяйство: на орошение земель тратилось около 70% пресных вод (от 65 до 83%), на сельскохозяйственное водоснабжение – около 8%, на хозяйственно-бытовые нужды – 13%, на производство – 6.5% [6].

Крым обеспечивал себя собственными водными ресурсами, в лучшем случае, на 20%, причем львиная доля пресной воды тратилась на орошение. Между тем существует реальная возможность организовать дополнительную добычу пресных подземных вод хорошего качества. Прогнозные ресурсы подземных вод полуострова освоены лишь на 41%, из них на эксплуатационные запасы приходится 33% [8].

#### СУБМАРИННАЯ РАЗГРУЗКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Разгрузку пресных подземных вод под уровень моря в Крыму можно рассматривать как прямые потери водных ресурсов. Оценка величины субмаринной разгрузки перетеканием была выполнена Институтом минеральных ресурсов в 1991 г. в рамках темы: “Оценка состояния взаимодействия

подземных и морских вод Крымского побережья”. Исходя из геологического строения полуострова и гидрогеологических условий, было выделено пять относительно однотипных участков побережья: Тарханкутский полуостров, Каламитский залив, Балаклава – Форос, Форос – Алушта и Алушта – Феодосия (Керченский полуостров не рассматривался). Для каждого конкретного участка пришлось использовать свою методику.

*Тарханкутский полуостров.* На участках, где отсутствовали береговые клифы, использовались методы прямых измерений параметров грунтового потока по профилям мелких скважин.

*Каламитский залив.* Оценка субмаринной разгрузки выполнялась по методу Р.Г. Джамалова [1, 2]. К сожалению, число расчетных профилей было ограничено, так как в прибрежной полосе Альминской долины расположены крупные водозаборы с ярко выраженными депрессионными воронками.

*Балаклава – Форос.* На этом участке субмаринная разгрузка происходит в виде многочисленных источников из крупных обводненных трещин в затопленных и полузатопленных морем карстовых полостях. Первые замеры расхода скоростей потока пресных вод и оценка величины субмаринной разгрузки из двух полостей с помощью формул смешения были выполнены в период с 1983 по 1985 г. Результаты верифицированы на аналоговой модели [10]. Более строгое теоретическое обоснование метода оценки субмаринной разгрузки в карстовых полостях было найдено позднее и опубликовано в 1998 г. [9]. В итоговой табл. 2 приведены результаты измерений дебита субмаринных источников, выполненные специалистами Морского гидрофизического института (г. Севастополь), полученные в последующие годы [3, 4].

*Форос – Алушта.* Участок оказался малоперспективен для изучения субмаринной разгрузки,

поскольку ниже уреза моря располагаются водопорные породы средней и нижней юры. Здесь известны лишь два субмаринных источника (на южной части горы Аю-Даг и у поселка Карабах). Точное местоположение их не установлено. Дебит источников никто не измерял.

*Алушта – Феодосия.* Отдельные проявления субмаринной разгрузки в виде малодебитных источников возможны у подножья рифовых образований Караул-Оба, Сокол, Алчак. Большой интерес представляет субмаринная разгрузка перетеканием в конусах выноса переуглубленных долин ряда рек. Результаты измерений, проведенные с помощью инфильтрометров и специальных ловушек специалистами Института минеральных ресурсов в 1992 г., помещены в сводную табл. 2.

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

После присоединения АР Крым к России в результате референдума 16 марта 2014 г. отношения с Украиной крайне осложнились, это отразилось на всех сферах взаимодействия, в том числе и на водохозяйственных связях. Прекращение поставки воды по Северо-Крымскому каналу незамедлительно сказалось на общем балансе водных ресурсов и поставило Водохозяйственный комплекс республики перед вопросом – где взять дополнительные источники воды?

Исходя из сегодняшних реалий, Украина в ближайшем будущем вряд ли признает законным вхождение Крыма в состав Российской Федерации. Следовательно, о пуске воды по СКК надо просто забыть. Нам представляется, что при разработке принципиально новой стратегии развития водного хозяйства Крыма целесообразно учесть ряд важных позиций.

#### *1. Ограниченность водных ресурсов – не трагедия*

Ограниченность водных ресурсов не следует воспринимать как трагедию. Целый ряд других государств достойно существует, имея гораздо более тяжелые природные условия. Обратимся хотя бы к опыту Мальты, где источников пресной воды вообще нет, но при этом Мальта успешно конкурирует с другими Средиземноморскими странами по развитию туризма. Как мальтийцы решают проблемы водоснабжения? Во всех отелях (а их на Мальте более полутора сотен) и населенных пунктах в водопроводные сети подается

опресненная вода. Пить ее нельзя, но можно использовать для всех хозяйственных коммунальных нужд. Питьевая вода имеется только привозная, бутилированная (доставляется из Сицилии). На Мальте практически нет земли, пригодной для развития сельского хозяйства, и свои овощи приходится выращивать на крышах домов, а вот фрукты полностью импортируются. Второй пример – Саудовская Аравия, используя опресненную воду, имеет вполне рентабельное сельское хозяйство.

Вывод: пора прекратить в Крыму развивать поливное земледелие, используя для этого питьевую воду. В крайнем случае, применять современные технологии – капельное орошение, гидропонику (как в Израиле). Можно использовать для полива подземные воды с минерализацией до 7 г/дм<sup>3</sup>, непригодные для питья. Необходимо часть земель перевести на богарное земледелие (так, как это было до 1953 г.). Придется прекратить выращивать рис. Но, если учесть, что рис выращивался очень низкого качества, а экологических проблем с ним было непомерно много (сброс дренажных вод фактически уничтожил всю морскую биоту в кутовой части Каркинитского залива), то это не большая потеря.

#### *2. Охрана и защита подземных вод – залог качества питьевых ресурсов*

В настоящее время не уделяется должного внимания охране и защите подземных вод от загрязнения, основной эксплуатационный водоносный горизонт горного Крыма (верхнеюрский) усиленно загрязняется. Особенно страдает плато Ай-Петри, на котором несанкционированно застроены два участка плато частными кафе, ресторанами и другими сооружениями, не имеющими централизованного сбора и вывоза канализационных и бытовых вод. Кроме того, для привлечения туристов на плато содержат большое количество лошадей и даже верблюдов. Тут не поможет даже установка биотуалетов. По карстовым трещинам нечистоты, даже не фильтруясь, быстро достигают поверхности карстовых вод. Если ситуация не изменится и загрязнение водоносного горизонта будет продолжаться, пострадают южнобережные курорты и многие населенные пункты южного берега Крыма, население Байдарской и Варнаутской котловин, город Севастополь, большая часть Бахчисарайского района. Существует достаточно серьезные предпосылки эпидемиологической опасности.

### 3. *Дополнительные источники водоснабжения – реальная возможность*

В Симферопольском районе можно организовать дополнительное водоснабжение за счет подземных вод нижнемелового горизонта. При бурении параметрической скважины в с. Донском водопритоки в интервале 100–200 м были столь велики, что выдавливали утяжеленный буровой раствор. Для уменьшения водопритока пришлось использовать несколько тонн рисовой соломки. Об этом факте не сообщалось, поскольку скважина бурилась частной компанией.

В ближайшее время в Джанкойском и Нижнегорском районах Крыма для обеспечения бесперебойного водоснабжения населенных пунктов восточных районов Крыма закончится обустройство трех групповых водозаборов, состоящих из 36 скважин. Общая расчетная мощность новых водозаборов (Просторненского, Нежинского и Новогригорьевского) составит 195 000 м<sup>3</sup>/сут [11].

По официальным данным, уже началась переброска подземных вод (хорошего питьевого качества) по двум ниткам от Просторненского и Нежинского водозаборов по временной схеме в Северо-Крымский канал с целью наполнения наливных водохранилищ Феодосии, Керчи и населенных пунктов Ленинского района (около 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут) [11]. То есть происходит перевод подземного стока в поверхностный. Если же вспомнить величину испарения в районе и техническое состояние отдельных систем Северо-Крымского канала, становится понятным, что потери неизбежны и огромны; использовать данную схему можно только в случае острой необходимости.

### 4. *Проблемы водоснабжения Севастополя*

Сложная обстановка с организацией водоснабжения может сложиться в новом субъекте РФ – городе Севастополе. Достаточно вспомнить события в конце восьмидесятых – начале девяностых годов, когда в городе сложилось катастрофическое положение из-за нехватки пресной воды. Тогда, в конце маловодного десятилетия, практически прекратилась подача воды из Чернореченского водохранилища (Байдарская долина) – одного из основных источников поступления воды в город. Вода подавалась населению не более двух часов в сутки, пришлось закрыть все пункты общественного питания, ряд детских учреждений (вследствие появления педикулеза) и некоторые другие предприятия.

Тогда обратили внимание на то, что часть воды, сбрасываемая из водохранилища, не доходит до скважного водозабора, оборудованного в аллювии

устьевой части р. Черной. По поручению Севастопольского госсовета специалистами Института минеральных ресурсов в Чернореченском каньоне были проведены масштабные гидрометрические наблюдения (Отчет “Определение потерь руслового стока р. Черной в области развития карстующихся пород”, Ю.Г. Юровский, Севастополь, 1991). Результаты измерений показали, что на отдельных участках в каньоне поглощение русловых вод открытыми трещинами и кавернами достигает 25–50%. Авторами было предложено на участках поглощения установить бетонные лотки. Это сделано не было. Альтернативную подачу воды организовали за счет срочно построенного водовода из Межгорненского водохранилища.

Обратим внимание на тот факт, что Межгорненское водохранилище наливного типа: вода в него поступала по трубам большого диаметра из Северо-Крымского канала. В сложившейся политической ситуации нормальное заполнение водохранилища не представляется возможным, т.е. организация водоснабжения Севастополя вернулась к образцу восьмидесятых годов прошлого столетия.

Что же, по нашему мнению, следует предпринять для улучшения водоснабжения города Севастополя и его военно-морской базы? **1.** Провести обвалование мелководий Чернореченского водохранилища, уменьшив тем самым значительно его площадь и существенно сократив потери на испарение (а они весьма велики). **2.** Любым способом устранить потери руслового стока в Чернореченском каньоне. Для этого либо вернуться к варианту установки лотков, либо использовать давний, еще югославский опыт цементации зияющих трещин. **3.** Промышленные предприятия постепенно перевести на замкнутый водный цикл. **4.** Выполнить каптажное обустройство очагов субмаринной разгрузки в районе мыса Айя, воды которых по качеству соответствуют норме “СанПиН 1074.01”. **5.** Использовать для коммунальных нужд только техническую воду. **6.** Разбурить несколькими опытно-эксплуатационными гидрогеологическими скважинами нижнемеловые отложения, поскольку существует мнение ряда специалистов, что пресные воды вежнеюрского водоносного горизонта поступают в меловой горизонт перетоком. **7.** Рассмотреть возможность сооружения опреснительных устройств.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ приведенных в данной работе материалов показывает, что положение с водными ресурсами после воссоединения Крыма с РФ далеко



не безнадежное. Определенные трудности, безусловно, имеются, но они преодолимы. Вызывает сожаление, что геологические науки в Крыму практически не финансировались, а те немногие, выполнявшиеся за последние 20 лет геологические работы базировались на устаревших концепциях и требуют пересмотра. В первую очередь это касается геолого-съёмочных работ всех масштабов. Их надо приводить в соответствие с геологическими стандартами РФ (в том числе это касается стратиграфического кодекса), переводить на русский язык. Далее, на новой геологической основе необходимо заново выполнять гидрогеологическое картирование, при этом, конечно, следует максимально привлекать и заново интерпретировать имеющиеся фактические материалы. Однако их в Крыму осталось очень мало, так как большую часть фондовых материалов всех крымских геологических научных и производственных учреждений успели вывезти в Киев. Кроме того, необходимо обратить внимание на то, что в Крыму ни в одном ВУЗе нет геологического факультета. Водное хозяйство Крыма в любом случае придется коренным образом перестраивать, на современном же этапе все поставленные работы носят авральный характер.

Нельзя оставлять вопрос с водными ресурсами Крыма открытым, ожидая стабилизации политической ситуации в регионе. Необходимо разрабатывать специальные программы водопользования, как на близкую, так и на далекую перспективу, чтобы осуществить скорейшую интеграцию водного хозяйства Крыма в российские структуры, используя стандарты РФ; привести в порядок имеющуюся систему водоснабжения и разработать новые схемы водоснабжения за счет подземных ресурсов с учетом их охраны и рационального использования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джамалов Р.Г. Подземный сток Терско-Кумского артезианского бассейна. М.: Наука, 1973. 96 с.
2. Джамалов Р.Г., Зекцер И.С., Месхетели А.В. Подземный сток в моря и Мировой океан. М.: Наука, 1977. 94 с.
3. Иванов В.А., Прусов А.В., Юровский Ю.Г. Субмаринная разгрузка подземных вод у м. Айя (Крым) // Геология и полезные ископаемые мирового океана. Киев, 2008. № 3. С. 65–75.
4. Иванов В.А., Прусов А.В., Юровский Ю.Г. Новые данные о субмаринной разгрузке подземных вод в районе м. Айя (Крым) // Докл. АН Украины. Сер. "Науки о земле". 2008. № 7. С. 105–111.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрогеологические характеристики. Т. 6. Украина и Молдавия / Под ред. М.М. Айзенберга, М.С. Коганера. Вып. 4. Крым. Л.: Гидрометеоздат, 1966. 344 с.
6. Устойчивый Крым. Водные ресурсы / Гл. ред. В.С. Тарасенко. Симферополь: Таврида, 2003. 413 с.
7. Хмара А.Я. и др. Минеральные ресурсы Крыма и прилегающей акватории Черного и Азовского морей. Атлас, приложение к сборнику "Вопросы развития Крыма". Симферополь: Таврия-плюс, 2001. 81 с.
8. Шнюков Е.Ф., Шестопалов В.М., Яковлев Е.А. и др. Экологическая геология Украины. Справочное пособие. Киев: Наук. думка, 1993. 407 с.
9. Юровский Ю.Г. Оценка величины субмаринной разгрузки карстовых вод в районе м. Айя // Морской геофиз. журн. 1998. № 3. С. 78–80.
10. Юровский Ю.Г., Юровская Т.Н. Субмаринная разгрузка трещинно-карстовых вод в юго-западном Крыму // Геолог. журн. 1986. № 5. С. 58–63.
11. <http://www.gosvodhoz.ru>. Официальный Сайт Государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым. Дата обращения – 01.15.2015.

#### REFERENCES

1. Dzhamalov, R.G. *Podzemnyi stok Tersko-Kumskogo artezianskogo basseina* [Groundwater flow of Terek-Kuma Artesian Basin]. Moscow, Nauka Publ., 1973. 96 p. (in Russian).
2. Dzhamalov, R.G., Zektser, I.S., Meskheteli, A.V. *Podzemnyi stok v morya i Mirovoi okean* [Groundwater flow to the seas and the World Ocean]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 94 p. (in Russian).
3. Ivanov, V.A., Prusov, A.V., Yurovsky, Yu.G. *Submarinnaya razgruzka podzemnykh vod u m. Aiya (Krym)* [The submarine groundwater discharge near the Aiya cape (Crimea)]. *Geologiya i poleznye iskopaemye mirovogo okeana*. Kiev, 2008, no. 3, pp. 65–75 (in Russian).
4. Ivanov, V.A., Prusov, A.V., Yurovsky, Yu.G. *Novye dannye o submarinnoi razgruzke podzemnykh vod v raione m. Aiya (Krym)* [New data of submarine groundwater discharge near the Aiya cape (Crimea)]. *Dokl. Akad. Nauk Ukrainy. Seriya "Nauki o Zemle"*, 2008, no. 7, pp. 105–111 (in Russian).
5. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR* [Surface water resources of the USSR], Vol. 6 (4), Crimea. M.M. Eisenberg, M.S. Kaganer, Eds. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1966. 344 p.
6. *Ustoichivyi Krym. Vodnye resursy* [Sustainable development of Crimea. Water resources] Ed. V.S. Tarasenko. Simferopol, Tavrida, 2003. 413 p.

7. Khmara, A.Ya. et al. *Mineral'nye resursy Kryma i privileyushchei akvatorii Chernogo i Azovskogo morei* [Mineral resources of the Crimea and the adjacent sea area of the Black and Azov Seas. Atlas]. Simferopol, Tavria-Plus, 2001. 81 p.
8. Shnyukov, E.F., Shestopalov, V.M., Yakovlev, E.A. et al. *Ekologicheskaya geologiya Ukrainy* [Environmental geology of Ukraine]. Kiev, Nauk. Dumka, 1993. 407 p.
9. Yurovsky, Yu.G. *Otsenka velichiny submarinnoi razgruzki karstovykh vod v raione m. Aiya* [The estimation of submarine discharge of karst water near Cape Aiya]. *Morskoi geofizicheskii zhurnal*, 1998, no. 3, pp. 78–80.
10. Yurovsky, Yu.G., Yurovskaya, T.N. *Submarinnaya razgruzka treshchinno-karstovykh vod v yugo-zapadnom Krymu* [Submarine discharge of fissure-karst water in the southwestern Crimea]. *Geol. zhurnal*, 1986, no. 5, pp. 58–63.
11. Ofitsial'nyi sait Gosudarstvennogo komiteta po vodnomu khozyaistvu i melioratsii Respubliki Krym [Official website of State Committee on water economy and reclamation of Crimea]. Available at: <http://www.gosvodhoz.ru>. (accessed 01.06.2015).

## WATER RESOURCES OF THE CRIMEA

E.P. Kayukova\*, Y.G. Yurovsky\*\*

\* *St. Petersburg State University, Universitetskaya nab. 7/9, St. Petersburg, 199134 Russia.*  
E-mail: [epkayu@gmail.com](mailto:epkayu@gmail.com)

\*\* *Crimean Academy of Sciences, Yaltinskaya ul. 20, Simferopol, Crimea Republic, 333640 Russia.*  
E-mail: [yurovsky\\_yury@mail.ru](mailto:yurovsky_yury@mail.ru)

Water resources of the Crimea are limited and do not provide completely the region with drinking and household water. For over than 50 years, the Crimean peninsula was supplied with fresh water from the Dnieper River through the North Crimean Canal; however, after the Crimea's reunification with Russia, Ukraine blocked this water supply. In the view of aggravating political crisis between Russia and Ukraine, the situation in the Crimea water supply looks extremely difficult. To solve this problem, we should focus on the internal capacities of the peninsula.

The Crimea provided its own water supply, for up to 20%, at the best, with most of fresh water having been spent for irrigation. There is a real opportunity to extract additional amounts of fresh groundwater of good quality. Only 41% of provisional groundwater reserves are developed in the Crimea (33% of which are accounted for operating reserves of ground water). Taking into consideration the present day situation, it is necessary to develop a fundamentally new strategy in water resources development in the Crimea. It is necessary to develop irrigated agriculture in the Crimea, using drinking water. The undrinkable groundwater (for example with mineralization up to 7 g/dm<sup>3</sup>) may be used for irrigation as well. Groundwater protection is a pledge of potable water quality. The main operating aquifer in the mountain area (Upper Jurassic) is being polluted heavily. This fact deserves more attention. Particularly bad situation is registered on the Ai-Petri plateau, occupied with cafes, restaurants, and tourist entertainment facilities (camel riding) with no centralized collection and disposal of sewage and domestic water. To obtain additional groundwater, a new water intake should be arranged. Another additional source of high-quality fresh water is submarine discharge.

The authors propose measures to address the problems in water supply of Sevastopol. Groundwater resources are the driving factor of stable and sustainable development of the Crimea region at the present stage.

**Keywords:** *water resources, Crimea, groundwater resources.*