

Кудрик И. Д.
Ошкадер А. В.

Экомониторинг качества подземных вод Керчинского полуострова

Керченский государственный морской технологический университет, м. Керчь
e-mail: inna_kudrik@mail.ru, anna_oshkader@mail.ru

Аннотация В статье представлены результаты экологического мониторинга качества питьевых подземных вод Керченского полуострова. На основе полученных данных произведена оценка качества вод по приоритетным показателям, составлена карта распределения содержания анализируемых показателей и выявлены ареалы острых экологических проблем, связанных с особенностями водопотребления в регионе.

Ключевые слова: подземные воды, мониторинг, приоритетные показатели, ПДК, источник водоснабжения, Керченский полуостров.

Введение

Прогресс человечества, развитие культуры и сама жизнь взаимосвязаны с окружающей природной средой и напрямую зависят от того, как она будет сохранена и использована человеком. Среди факторов, регулирующих и обеспечивающих его существование на планете, важнейшим является вода. Нехватка питьевой воды является одной из наиболее острых мировых проблем. Кроме того, в условиях нарастающего ухудшения качества поверхностных вод, пресные подземные воды являются нередко единственным источником обеспечения населения качественной питьевой водой.

Подземные воды имеют важное экономическое и социальное значение. Они широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, производственно-технического водоснабжения, для бальнеологических целей и т.д.[1]. Особенно велико значение пресных подземных вод, которые являются основным источником водоснабжения населения, причем их роль в общем балансе хозяйственно-питьевого водопотребления с каждым годом увеличивается, что во многом связано с продолжающимся загрязнением поверхностных водных ресурсов. Однако, рост использования подземных вод во всех отраслях хозяйства, устаревшее оборудование, отсутствие финансирования для использования современных технологий очистки оборотных вод, отсутствие буферных зон вокруг водозаборов, несомненно, приводит к экологическим последствиям, которые проявляются в истощении их запасов, загрязнении, сокращении областей питания водоносных горизонтов и т.д. В результате возникает необходимость проведения мониторинговых исследований подземных источников водоснабжения.

В Украине исследованиям условий формирования подземных вод, их качества, эксплуатационных запасов и т.д. посвящено большое количество работ. Среди них можно выделить работы Н.И. Дробнохода, В. М. Шестопалова, В.В. Гудзенко, Н.С. Огняника, А.Б. Сытникова, в которых рассматриваются проблемы эксплуатации естественных ресурсов подземных вод и их запасов, особенности оценки их защищенности, уязвимости, а также меры по охране подземных вод. Большой вклад в исследование качества воды, в том числе подземных источников внес В.В. Гончарук. В своих работах он неоднократно поднимал проблемы повышения качества питьевой воды в Украине, ужесточения требований стандартов к питьевой воде, усовершенствования систем водоподготовки и т.д. [2].

Подземные воды Керченского полуострова являлись объектом изучения многих исследователей. Это в первую очередь было связано с тем, что данный регион имеет слабую гидрологическую сеть - практически не имеет постоянных поверхностных водотоков, которые могли бы восполнить потребность в полноценном источнике водоснабжения. Кроме того, на протяжении многих лет подземные воды являлись единственным альтернативным источником водоснабжения региона. Поскольку формирование и распространение подземных вод, особенности их химического состава неразрывно связаны с геологическим строением территории, то следует рассмотреть этапы геологического освоения Керченского полуострова.

Геологическому строению Керченского полуострова посвящено много работ известных ученых. Был проведен очень большой объем геологических работ, в том числе детальные геологические съемки, поисково-разведочные, гидрогеологические и геофизические исследования, а так же многочисленные тематические работы по стратиграфии, петрографии, литологии, тектонике, геоморфологии и полезным ископаемым. В результате всех этих работ были значительно уточнены представления о стратиграфии осадочных толщ, слагающих полуостров, его тектонической структуре, изверженных породах, геоморфологии, подземных водах и минеральных ресурсах. Вопросами геологии Керченского полуострова занимались такие ученые как Н.И. Андрусов, А.Д. Архангельский, А.А. Блохин, В.В. Меннер, М.М. Соколов, К.Р. Чепиков, З.Л. Майтмин, Г.А. Лычагин и другие [3].

Первые региональные гидрогеологические исследования на территории Керченского полуострова связаны с именами таких исследователей, как В.С. Альбов, В.В. Павленко, Г.И. Милевский, В.П. Шкурко и др.

В.С. Альбов в своей работе «Целебные источники Крыма» охарактеризовал крупные минеральные источники Керченского полуострова, дал подробное описание их местонахождению, химическому составу воды, лечебным свойствам и т.д. [4].

В 1971 г. выходит VIII том монографии «Гидрогеология СССР» (под ред. А.В. Сидоренко), которая содержит обобщающую детальную характеристику гидрогеологических условий Крымского полуострова. В ней произведено гидрогеологическое районирование полуострова, рассматриваются вопросы практического значения подземных вод и возможности их использования для водоснабжения [5].

Фундаментальные гидрогеологические исследования Керченского полуострова проводились в 1975 г. Крымской комплексной геологоразведочной экспедицией. В результате проведенных полевых исследований В.В. Павленко, Г.И. Милевский и В.П. Шкурко составили отчет [6], который включил подробное описание гидрогеологических особенностей Керченского полуострова. В отчет были обобщены данные о водоносных комплексах различного геологического возраста, их географическом распространении, сведения о запасах подземных вод, глубины и мощности залегания водоносных горизонтов, дебита отдельных скважин, химического состава вод и т.д.

Данные работы имели большое практическое значение для региональной оценки ресурсов пресных подземных вод Керченского полуострова.

Однако с развалом Советского Союза активное исследование подземных вод Керченского полуострова практически прекратилось. Кроме того, одной из причин послужило введение в строй Северо-Крымского канала (СКК) в 1971 г., который должен был решить проблему водоснабжения населения полуострова. Поскольку, вода подземных источников, которые на тот момент являлись единственными источниками водоснабжения, отличалась высокой минерализацией, жесткостью и по ряду показателей не соответствовала требованиям стандарта [7-9], большинство артезианских скважин, в частности в г. Керчь, были затампонированы. Родники и шахтные колодцы, в основном в сельской местности, используются до сих пор. Несмотря на то, что на полуострове появился стационарный и мощный источник водоснабжения, проблема дефицита качественной питьевой воды не была решена. Это было связано с рядом причин. Во-первых, в большинстве сельских населенных пунктов днепровская вода так и не поступила, поскольку отсутствовала сеть водопроводов от основного сооружения канала, водопровод был построен только до г. Керчь [10]. Во-вторых, в результате 40-летней эксплуатации СКК и водопроводов, гидротехнические сооружения находятся в крайне неудовлетворительном состоянии, большинство из них разрушены, в результате вода, поступающая к потребителям, стала крайне низкого качества и не пригодна для использования в питьевых целях. Отсутствие противодиффузионного покрытия в СКК, способствовало поднятию уровня грунтовых вод, которое в свою очередь привело к подтоплению территорий, заболачиванию и засолению почв.

Таким образом, на сегодняшний день на Керченском полуострове сложилась крайне сложная ситуация в области водоснабжения. Основными проблемами водного хозяйства Керченского полуострова являются – высокая зависимость от внешнего источника водопользования, изношенность и несоответствие мощностей систем водоснабжения и водоотведения, отсутствие в большинстве населенных пунктов централизованного водоснабжения, ухудшение и низкое качества воды, неудовлетворительное выполнение водозащитных программ и мероприятий и т.д.

На современном этапе гидрогеологические исследования Керченского полуострова проводятся специалистами КП «Южэкогеоцентр» по заявке заинтересованных организаций. Работы проводятся в следующих основных направлениях:

- поисковые, разведочные, изыскательские работы и бурение скважин для технического и хозяйственно-бытового водоснабжения;
- комплекс работ по тампонажу, ремонту и очистке эксплуатационных скважин для водоснабжения;
- региональные и детальные геологосъемочные работы;
- мониторинг состояния подземных вод;
- ведение территориальных кадастров подземных вод;
- согласование разрешений на специальное водопользование;
- геоэкологическое картирование.

Крымский государственный проектно-изыскательский институт «Крымгипроводхоз» занимается топографическими, геодезическими, геологическими, гидрогеологическими исследованиями, а также осуществляет лабораторный анализ химического состава воды, в том числе подземных вод.

Санитарно-эпидемиологический контроль состояния воды подземных источников, которые используются для водоснабжения, осуществляется Ленинской и Керченской районными СЭС. Данные химических анализов имеют большое значение для оценки санитарно-эпидемиологического состояния подземной гидросферы, однако, в силу отсутствия финансирования, эти наблюдения не систематические, и в большинстве случаев практически не проводятся.

Материалы и методы

Керченский полуостров, являясь восточной частью Крымского полуострова, характеризуется своеобразными природными и социально-экономическими условиями, которые обусловлены его географическим положением, климатом, орографией, геологическим строением, а также уровнем социального и хозяйственного освоения. Несмотря на наличие четких географических границ и сравнительно небольшую площадь, полуостров характеризуется весьма сложными условиями, которые и стали основополагающими при выборе района проведения исследований. Среди них следует выделить следующие факторы:

- пространственное распространение водоносных комплексов подземных вод;
- преобладание подземных источников в структуре водоснабжения района;
- наличие и относительно слабая доступность централизованного поверхностного источника водоснабжения;
- плотность населения.

С учетом этих факторов был определен район исследований, который частично включил центральную и восточную части Керченского полуострова (рис. 1).

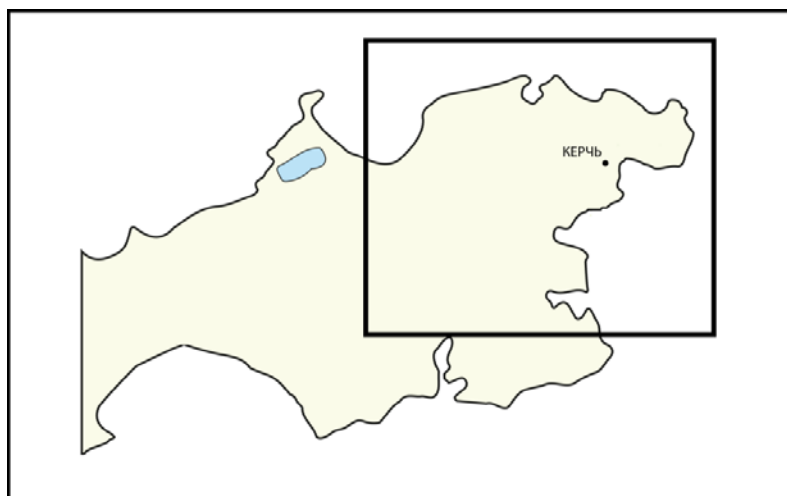


Рис.1 Район проведения исследований

Данный район с точки зрения гидрогеологического строения включает порядка 80-85 % общих запасов подземных вод полуострова, в структуре водоснабжения преобладают подземные источники по причине удаленности централизованного источника водоснабжения, что в свою очередь создает дефицит питьевой воды. Кроме того, район является наиболее густонаселенной территорией Керченского полуострова, что в свою очередь требует обеспечения экологической безопасности региона. В целом, район исследований подземных источников водоснабжения включал двадцать четыре населенных пункта Керченского полуострова.

Современная система питьевого водоснабжения Керченского полуострова базируется на использовании сети централизованных и децентрализованных источников, а также довольно густой сетью одиночных скважин, колодцев и родников, размещенных, главным образом, в сельской местности. При этом региональной особенностью водопользования является преобладание подземных источников водоснабжения.

Отбор проб воды подземных источников осуществлялся нами в период 2005-2012 гг. Периодичность отбора проб зависела от вида контроля и категории водопользования. Отбор проб воды для химического анализа производился по стандартным методикам.

Химический анализ проб воды осуществлялся на базе аккредитованной лаборатории Керченской районной СЭС по ряду показателей (от 1 до 14 показателей). Более детально были проанализированы семь показателей в соответствии с требованиями к физиологической полноценности минерального состава питьевой воды [11,12], а также при максимальных отклонениях значений показателей от нормы. Среди группы физико-химических показателей были выделены: общая жесткость, общая минерализация (сухой остаток), сульфаты и хлориды, а среди санитарно-токсикологических показателей: аммиак, нитриты и нитраты. Т.е. данные показатели были определены в качестве приоритетных для проведения исследований. Анализы проводились по стандартным методикам. Материал, полученный в ходе анализа проб, представлен в таблице 1.

Таким образом, в ходе анализа содержания приоритетных показателей в пробах воды было выявлено 273 (28%) нестандартных пробы, из них: 18 (12%) – по показателю «азот аммонийный», 24 (11%) – «азот нитратный», 104 (74%) – «общая жесткость», 39 (48%) – «сухой остаток», 77 (49%) – «хлориды» и 12 (15%) – «сульфаты» (рис. 2).

Таблица 1.

Данные анализа проб воды подземных источников Керченского полуострова

Приоритетные показатели	Водозаборные сооружения	Результаты анализа проб воды, шт															
		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012	
		В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
Аммиак	колодцы	4	1	4	1	-	-	3	1	3	0	5	0	-	-	2	0
	родники	2	0	-	-	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	3	0
	скважины	8	1	20	2	16	3	13	2	9	2	20	2	13	1	14	1
Нитриты	колодцы	4	0	4	0	-	-	3	0	3	0	5	0	-	-	4	0
	родники	2	0	-	-	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	3	0
	скважины	10	0	19	0	14	0	12	0	7	0	21	0	13	0	12	0
Нитраты	колодцы	4	1	4	2	-	-	-	-	3	1	12	0	11	0	4	1
	родники	2	2	-	-	1	0	1	0	1	1	3	0	2	2	3	3
	скважины	10	2	22	4	15	2	8	1	10	0	21	0	13	0	13	2
Общая жесткость	колодцы	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	1	0	-	-	-	-
	родники	-	-	-	-	1	1	1	0	1	0	1	0	2	0	3	1
	скважины	5	5	20	6	16	3	12	1	9	24	17	14	1	14	10	
Сухой остаток	колодцы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	родники	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	скважины	2	2	7	5	10	8	10	4	6	2	19	7	14	6	12	3
Хлориды	колодцы	-	-	1	1	-	-	1	0	-	-	2	0	-	-	-	-
	родники	2	0	-	-	1	1	1	0	1	0	1	0	2	0	3	1
	скважины	10	6	22	3	16	1	13	4	10	4	23	11	14	9	13	8
Сульфаты	колодцы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-
	родники	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	скважины	4	0	11	3	8	3	6	1	6	2	22	1	12	2	11	0
Всего		6	2	13	4	10	4	8	2	7	2	18	3	11	3	11	3
		9	0	5	8	0	2	7	5	2	1	3	9	4	1	4	0

Примечание: В – общее количество отобранных проб. Н – количество нестандартных проб. – – отбор проб не производился.

Поскольку стандартные пробы укладываются в схему экологической безопасности региона, предметом анализа являлись нестандартные пробы воды по приоритетным показателям.

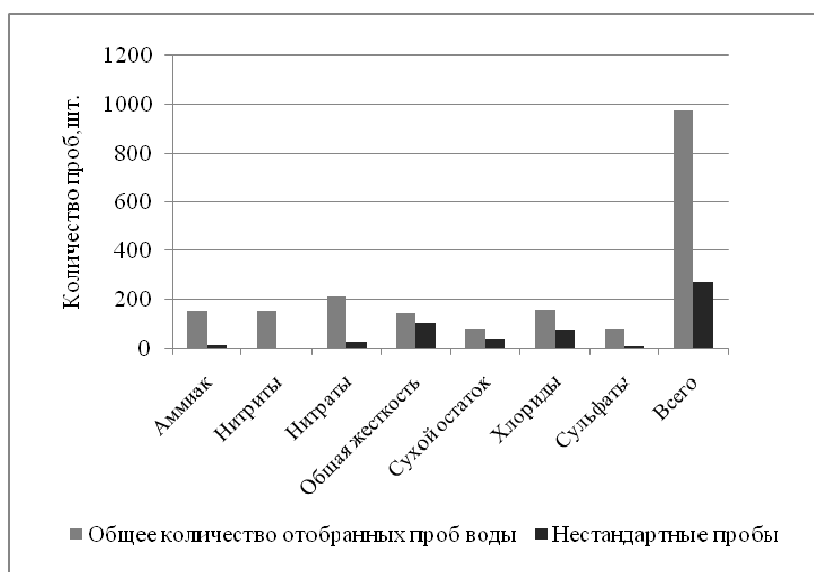


Рис. 2. Результаты анализа содержания приоритетных показателей в пробах воды

Результаты и обсуждение

Химический состав воды является важным критерием экологического состояния источника водоснабжения, поскольку он определяет качество потребляемой воды, соответствие санитарно-эпидемиологическому и экологическому законодательству, а также ее безопасность для здоровья населения. Одной из главных задач мониторинга подземных источников водоснабжения является выявление отклонений значений показателей от установленных норм, поскольку потребление питьевой воды, несоответствующей требованиям стандартов, создает угрозу здоровью и жизни населения, и как следствие экологической безопасности региона в целом.

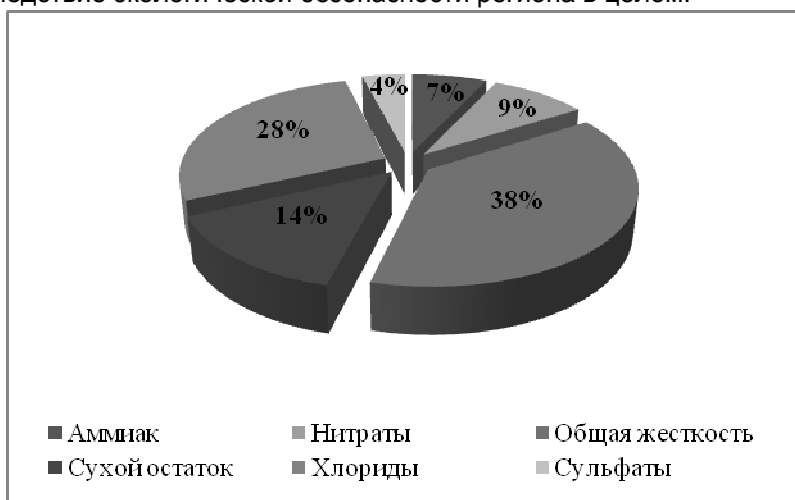


Рис. 3. Соотношение нестандартных проб воды по приоритетным показателям, в %

Согласно полученным данным, количество нестандартных проб воды в районе исследования составило 28% от общего числа отобранных проб. Наибольшее количество проб с отклонениями от нормы было зафиксировано по показателю общая жесткость – 38% и хлориды – 28%. По показателю «сухой остаток» количество проб, превышающих ПДК, составило 14%, «нитраты» – 9%, «аммиак» – 7% и «сульфаты» – 3%. По показателю «нитриты» отклонений от нормы в пробах воды не выявлено (рис. 3).

Повышенное содержание азота аммиачного отмечено в отдельных шахтных колодцах и в неглубоких скважинах, т.е. в незащищенных пластах подземных вод, что свидетельствует о недавнем загрязнении подземных вод. Концентрации аммиака изменялись в широких пределах от 0,05 мг/дм³ до 11,2 мг/дм³, превышения составили 1,1 – 5,6 ПДК. Основными источниками его поступления в подземные воды в сельской местности являются азотные удобрения, фекальные воды и животноводческие фермы, в городской среде – коммунальные стоки, аварии на очистных сооружениях, загрязненные поверхностные водотоки.

Отклонения от нормы содержания азота нитратного обнаружено в 50 % проб всех водозаборов, что служит показателем более давнего органического фекального загрязнения воды. Концентрация нитратов варьировала в пределах от 0,1 мг/дм³ до 383,25 мг/дм³, превышения составили 1,1 – 7,7 ПДК.

Высокие значения общей жесткости и сухого остатка зафиксированы в 80% водозаборов подземных вод. Концентрация солей общей жесткости изменялась от 0,1 мг-экв/дм³ до 121,95 мг-экв/дм³, превышения составили 1,1 – 12,2 ПДК. Содержание сухого остатка варьировало в пределах от 221,56 мг/дм³ до 7158,36 мг/дм³, превышения составили 1,1 – 4,8 ПДК. Основными причинами высоких значений данных показателей являются гидрогеологические особенности района исследований (наличие известковых образований), которые обуславливают повышенное природное содержание соединений кальция, магния и др. элементов в подземных водах. Высокие концентрации солей общей жесткости и сухого остатка в подземных водах Керченского полуострова также отмечались в более ранних работах [5,6].

Повышенное содержание хлоридов в пробах воды подземных источников Керченского полуострова свидетельствует о загрязнении подземных вод бытовыми сточными водами. Их концентрация в пробах воды составила 18,3 – 9000 мг/дм³, а превышения – 1,1 – 25,7 ПДК.

Превышения ПДК по показателю «сульфаты» были отмечены в отдельных артезианских скважинах. Их содержание в пробах воды варьировало от 24,75 до 1830,35 мг/дм³, а превышения составили 1,1 – 3,7 ПДК. Повышенное содержание сульфатов (серных солей) в подземных водах района объясняется особенностями геологического строения территории (при растворении гипса, находящегося в пластах). Однако не исключено загрязнение воды подземных источников за счет просачивания загрязненных сульфатами сточных вод с водами вышележащих водоносных горизонтов.

На основании полученных результатов была построена карта территориального распределения содержания приоритетных показателей в подземных водах района исследования (рис. 4). Ранжирование исследуемой территории осуществлялось с помощью системы бальной оценки: 3 балла – превышение ПДК в источнике по 6-7 показателям; 2 балла – по 4-5 показателям, 1 балл – 2-3 показателям и 0 баллов – по 0-1 показателю.



Рис. 4. Ранжирование исследуемого района по содержания приоритетных показателей в подземных водах

Наибольшее отклонение от норм приоритетных показателей отмечалось в подземных водах восточной части района исследований (г. Керчь), что соответствовало 2-3 баллам. Это объясняется наличием большого количества антропогенных источников загрязнения и особенностям геологического строения территории. В сельской местности уровень содержания показателей в среднем соответствует 0-1 балл, иногда достигая 2 баллов. Такое распределение связано с тем, что в данных районах в основном используются подземные воды неглубоких водоносных горизонтов, и отклонения от нормы в основном наблюдаются по азотсодержащим веществам, что является следствием органического загрязнения. Кроме того ситуация усугубляется отсутствием систематического санитарно-эпидемиологического и экологического контроля, что в свою очередь создает угрозу здоровью населения и экологической безопасности региона в целом.

Выводы

Таким образом, в большинстве изученных подземных источниках водоснабжения были зафиксированы отклонения от нормы рассмотренных показателей, что свидетельствует о неудовлетворительном качестве воды этих источников. Проведенный экологический мониторинг качества подземных питьевых вод Керченского полуострова, позволил получить уникальные данные, которые были использованы для выявления ареалов острых экологических ситуаций, связанных с водопотреблением в регионе.

Литература

1. Подземные воды мира: ресурсы, использование, прогнозы / [под ред. И.С. Зекцера]; Ин-т вод. проблем РАН – М.: Наука, 2007 – 438 с.
2. Гончарук В.В. Наука о воде / В.В. Гончарук. – К.: Наукова думка, 2010. – 511 с.
3. Благоволин Н.С. Геоморфология Керченско-Таманской области / Н.С. Благоволин. – Москва: Издательство АН СССР, 1962. – 192 с.
4. Альбов С.В. Целебные источники Крыма / С.В. Альбов. - Симферополь: Таврия, 1991 - 49 с.
5. Гидрогеология СССР, том VIII, Крым / [глав. Ред. Сидоренко А.В.]. - М.: «Недра», 1971. - 364 с.
6. Павленко В.В. Отчет о геологической съемке восточной части Керченского полуострова в масштабе 1:50000 за 1973-1975 гг. Том 1. / В.В. Павленко, Г.И. Милевский, В.П. Шкурко. – Симферополь: Геолфонд КП «Южэкогеоцентр», 1975.
7. Кудрик И.Д. Комплексная оценка качества питьевой воды Керченского полуострова в аспекте устойчивого развития региона: монография / И.Д. Кудрик, И.Г. Пашкина, А.Ю. Селиван, Т.В. Хребтова. – Львов: Издательство «Растр-7», 2011. - 96 с.
8. Кудрик И.Д. Экологический мониторинг курортно-туристических ресурсов Крыма: монография / И.Д. Кудрик, Н.И. Ковалев, С.Г. Белявский, Т.В. Хребтова, А.В. Ошкадер. – Севастополь: изд-во «Черкасский ЦНТЭИ», 2013. – 257 с.

9. Устойчивое развитие и природные ресурсы прибрежной Азово-Черноморской зоны Крыма: монография / [Рудько Г.И., Кудрик И.Д., Белявский С.Г., Масюткин Е.П., Ерыш И.Ф.] - Киев: Адеф-Украина, 2012. – 288 с.
10. Водное хозяйство Крыма: история развития, современное состояние / [сост. Заволодько Н.Н., Тимченко З.В., Новик В.А., Хромова Р.Н.]. – Симферополь: Издательство «Доля», 2003. – 79 с.
11. Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком: ГСанПиН 2.2.4-171-10. – [Действующий от 2010-05-12]. – К.: Госстандарт Украины, 2010. – 25 с. – (Национальные стандарты Украины)
12. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством: ГОСТ 2874-82. - [Действующий от 1985-01-01]. - М.: Госстандарт СССР, 1985. - 9 с. (Межгосударственный стандарт).

Анотація .Д. Кудрик, Г.В. Ошкадер **Екомоніторинг якості підземних вод керченського півострова**. У статті представлені результати екологічного моніторингу якості питних підземних вод Керченського півострова. На основі отриманих даних проведена оцінка якості вод за пріоритетними показниками, складена карта розподілу змісту аналізованих показників та виявлено ареали гострих екологічних проблем, пов'язаних з особливостями водоспоживання в регіоні

Ключові слова: підземні води, моніторинг, пріоритетні показники, ГДК, джерело водопостачання, Керченський півострів.

Abstract. .D. Kudrik, A.V. Oshkader **Environmental monitoring the groundwater quality of the Kerch peninsula**. The article presents the results of ecological monitoring quality of drinking underground waters of the Kerch Peninsula. On basis of the received data was assessed water quality in priority indicators, was made a map of distribution of the content analyzed parameters and were identified areas of critical environmental problems associated with the peculiarities of water consumption in the region

Keywords: groundwater, monitoring, priority indicators, MAC, source of water supply, Kerch Peninsula.

Поступила в редакцію 27.01.2014 г.