

УДК 504.4.054

МАЛЫЕ РЕКИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОБЪЕКТ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ: МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

© 2016 Н.В. Веденеева, А.А. Беляченко, С.А. Киященко, Е.И. Тихомирова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Статья поступила в редакцию 14.11.2016

В работе представлен анализ химического состава вод малых рек Саратовской области. Показаны различия химического состава воды в верхнем, среднем и нижнем течениях реки; анализируются зависимости состава воды от времени года и характера использования водосборных площадей. В зависимости от особенностей химического состава воды, реки района исследования разделяются на несколько групп. Рассказывается об опыте обеспечения качественной питьевой водой малых населенных пунктов за счет применения станций очистки воды серии «ЛИССКОН-101».

Ключевые слова: *малые реки, химический состав, вода, изменчивость, станция очистки, водоподготовка*

Влияние малых рек на окружающие территории огромно. Они дренируют местность, определяют смыв почв, содержат запас питьевой воды, используемый жителями многих населенных пунктов. Человек постоянно использует воду для технических и бытовых нужд. Состав естественных вод весьма разнообразен, меняется в широких пределах, зависит от климата и времени года. Химическим составом вод и их органолептическими показателями определяется их безопасность для региона и его населения. Являясь в некоторых случаях единственным источником водоснабжения, поверхностный водоем с некачественной водой значительно влияет на качество жизни населения [1–4].

В результате комплексного мониторинга было изучено 33 малых реки Хвалынского, Новобурасского, Татищевского, Вольского, Балаковского, Марковского, Энгельсского, Саратовского и Воскресенского районов Саратовской области. В ходе исследования решались следующие задачи: отбор проб воды и изучение содержания в ней основных анионов и катионов, органолептических показателей (по 6 параметрам); изучение химического состава, а также временной динамики воды по 8 параметрам на различных участках реки. Обработка результатов проводилась по стандартным статистическим методикам с использованием программы Statistica 6.0.

Веденеева Наталия Владимировна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией кафедры экологии. E-mail: vnv09@ya.ru

Беляченко Андрей Александрович, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии. E-mail: belyachenkoa@mail.ru

Киященко Софья Андреевна, аспирантка

Тихомирова Елена Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии. E-mail: tichomirova_ei@mail.ru

Проведенное исследование, а также кластерный анализ полученных данных позволил выделить 4 группы рек (рис. 1), характеристика химического состава которых приведена в табл. 1. Данные по содержанию химических элементов сравнивали в соответствии с нормами, установленными СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» и ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

В первую группу вошли левосторонние притоки р. Волга: Большой Иргиз, Малый Караман, Маянга, Вертуба, Лизель. Химические и органолептические показатели (осадок, запах, температура, прозрачность) воды этих рек в среднем одинаковы. Превышение ПДК в 2-3 раза отмечено только по концентрации аммония. Это связано с расположением вблизи рек населенных пунктов, дорог, полей, сельскохозяйственных ферм и указывает на свежее загрязнение, а также о наличии бактериального заражения.

Вторая группа – малые реки и их притоки в окрестностях г.Саратова: Курдюм, Елшанка, Ильиновка, Мордова. Достоверные отличия рек этой группы от всех остальных связаны с высокой антропогенной нагрузкой на водосборные площади и значительным загрязнением из-за близости к городу. Превышение ПДК отмечено по нескольким химическим показателям. Общая жесткость в среднем составляет 9,6 мг экв/л, что в первую очередь связано с наличием карбонатных осадочных пород, толщу которых прорезает речная долина. По этому показателю вода относится к классу жесткой. Высокая жесткость, как известно, оказывает отрицательное действие на органы

пищеварения, вызывает нарушение минерального баланса организма. Постоянное употребление воды с повышенной жесткостью вызывает дисбактериоз, нарушает работу ферментов, приводит к снижению моторики желудка, накоплению

солей в организме и, тем самым, возникновению заболеваний суставов (артритов, полиартритов), образованию камней в почках и желчных путях [5, 6].

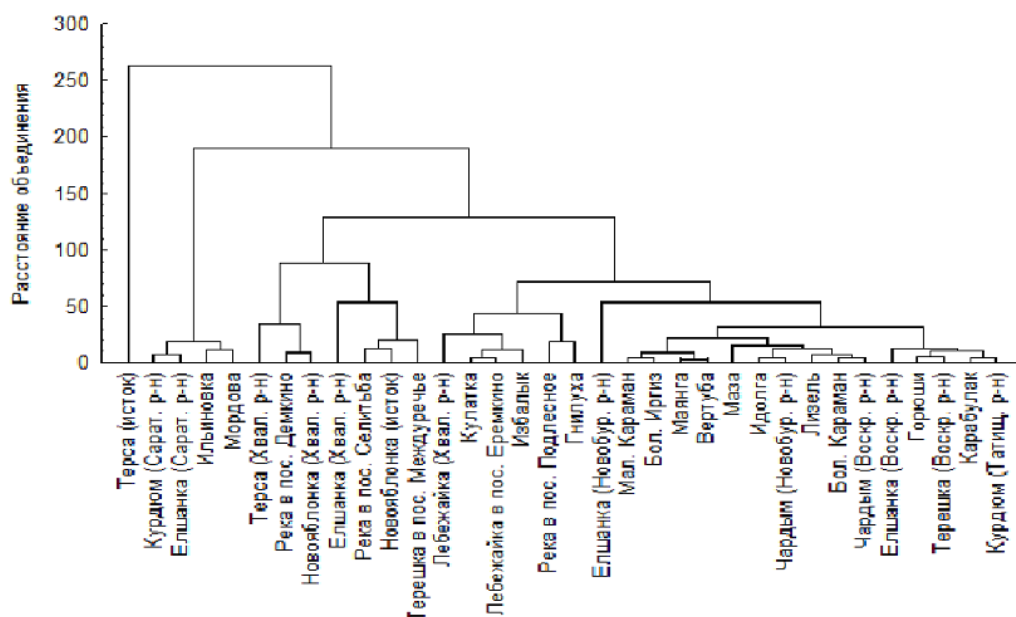


Рис. 1. Кластерная диаграмма сходства химического состава воды некоторых малых рек Саратовской области

Таблица 1. Химический состав воды четырех групп малых рек Саратовской области (средние значения)

Параметры	Левый берег р. Волга 1 группа	Правый берег р. Волга			ПДК
		2 группа	3 группа	4 группа	
окисляемость, мг/л	3,8	6,5	4,9	4,7	5,0
общая жесткость, мг-экв/л	3,9	9,6	4,7	6,0	7,0
хлориды, мг/л	25,6	110,0	44,5	21,2	350,0
ионы аммония, мг/л	1,3	3,6	2,0	0,9	0,5
нитриты, мг/л	0,9	3,1	2,1	1,0	3,0
сухой остаток, мг/л	434,0	856,0	732,0	651,0	1000,0
pH	7,6	7,3	8,6	7,5	6,0-9,0

Окисляемость воды превышено незначительно и в среднем составляет 6,5 мг/л. Это обусловлено содержанием в воде органических веществ и служит индикатором загрязнённости рек сточными водами и начинающейся эвтрофикации водоемов. Также значительно превышена (в 6 раз) концентрация ионов аммония, что указывает на загрязненность речной воды бытовыми сточными водами и интенсивным разложением азотсодержащих органических веществ. Если аммиак в воде образуется при разложении органических остатков (фекальное загрязнение), то такая вода непригодна для питьевых нужд, а также оказывает токсическое действие на низшие водные организмы и рыб. Постоянное употребление воды содержащей избыток аммония вызывает нарушение кислотно-щелочного

баланса в организме [7, 8]. Концентрация хлоридов находится в норме и составляет 110 мг/л. Органолептические показатели воды рек этой группы также неудовлетворительные: запах – в среднем 4-5 баллов (очень сильный, делающий воду совершенно непригодной); в основном запах плесневый или гнилостный. Осадок большой, глинистый или песчаный, показатели мутности и цветности значительно повышены.

К третьей группе относятся реки, стекающие с западного склона Приволжской возвышенности: Терса, Новояблонка, Елшанка. Данная группа характеризуется средней антропогенной нагрузкой. Реки этой группы отличаются повышенной цветностью, однако по остальным показателям (кроме содержания ионов аммония) находятся в пределах установленных норм. Значение

показателя окисляемости приближено в границе ПДК и составляет 4,9. Данное превышение можно объяснить не только антропогенным влиянием, но и природными процессами, например, повышенным содержанием гуминовых кислот, влияющих, в том числе и на цветность.

Четвертая группа – правосторонние притоки р.Терешка: Кулатка, Лебейка, Избалык, по качеству близка к первой группе. Большинство показателей находится в пределах ПДК. Превышено в 2 раза содержание ионов аммония, незначительные отклонения по органолептическим показателям: присутствует запах, повышена цветность и мутность. Плохое качество питьевой воды по органолептическим показателям не имеет явных негативных последствий для здоровья человека, однако сказывается на многих физиологических функциях организма, в частности, при употреблении мутной воды с неприятным вкусом или запахом снижается секреторная деятельность желудка [9].

При проведении анализа химического состава рек в верхнем и нижнем течениях выявили следующие закономерности: химический состав воды рек небольшой протяженности, таких как Лебейка, практически не изменяется на всем протяжении реки. У крупных рек, таких как Терешка и Терса, химический состав сильно изменяется на протяжении всего течения реки от истока к устью. Наблюдается значительное увеличение концентраций ионов аммония, аммиака, хлоридов, нитритов, а так же увеличение общей жесткости и окисляемости воды. У рек со средней протяженностью, например Новояблонка, наблюдаются различия лишь по некоторым химическим показателям, например, по концентрации хлоридов и общей жесткости. При этом различия между химическим составом воды у истоков и устья небольших рек и рек средней протяженности незначительные.

В связи с подтвержденным низким качеством поверхностных водоемов, снабжающих водой большое количество малых населенных пунктов, встает вопрос о необходимости качественной водоподготовки в небольших масштабах, а также в условиях финансовой ограниченности. В Саратовской области проблема качественного водообеспечения решается за счет применения станций локальной водоподготовки производства ООО НПП «ЛИССКОН» [10]. Сотрудниками данного предприятия разработана серия установок очистки воды «Лисскон», которые используются для очистки и обеззараживания питьевой воды, как отдельных населенных пунктов, так и объектов социальной сферы: детских дошкольных учреждений, школ, интернатов, больниц, детских оздоровительных лагерей т.д. Акцент работы данного предприятия сделан на обеспечение

питьевой водой улучшенного качества объектов социальной сферы именно сельских поселений [11]. В настоящее время Саратовской области эксплуатируются более 600 установок «Лисскон-101» различной модификации и конструктивного оформления. При этом каждая станция была спроектирована и изготовлена с учетом характеристик воды конкретного водоема (физических, химических и бактериологических) и объема потребления. Значительная часть водоочистных сооружений использует воду поверхностных водоемов, в том числе прудов-накопителей. Станции серии «ЛИССКОН-101» по цене сопоставимы с аналогичными изделиями отечественных производителей и в 2-4 раза дешевле импортного оборудования.

Хотя конструкторские особенности станций меняются в зависимости от исходных параметров воды, однако принцип работы станций остается общим. Перед подачей воды в исходные накопительные емкости-отстойники проходит грубая фильтрация от механических примесей и обеззараживание; затем вода подается на фильтры осветления, обезжелезивания или умягчения с разработанными наноструктурированными сорбентами, где происходит удаление механических примесей, солей жесткости, железа, снижение цветности и мутности, бактериального заражения и т.д. Основная очистка воды происходит на мембранных модулях (из наноструктурированных сорбентов), позволяющих удалять на молекулярном уровне растворенные загрязнители химического и микробиологического происхождения [12, 13]. Периодическая регенерация мембранного модуля обратным током очищенной воды и дезинфицирующими растворами позволяет эксплуатировать такой фильтр 5-7 лет без снижения его исходных характеристик. После комплексной очистки вода поступает в накопительные емкости чистой воды и при подаче в контур питьевого водоснабжения проходит дополнительную обработку на угольном фильтре и УФ стерилизаторе.

Исследование работы установок «Лисскон-101» на протяжении последних десяти лет показало достаточно высокую эффективность их работы с различным уровнем загрязнения как органическими, так и минеральными соединениями [14]. По данным исследований в аккредитованной лаборатории гигиены воды Саратовского НИИ сельской гигиены Роспотребнадзора полученная на станциях вода полностью соответствует санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды. Санитарно-гигиенический мониторинг работы станций в течение года показал их высокую эффективность в отношении как органолептических, так и санитарно-химических показателей независимо от

сезона года. После прохождения очистки запах снижается до нуля, привкус – до 1-го балла. Процент снижения цветности и мутности в среднем составляет 87 и 75 соответственно. Более чем на 80 % снижается минерализация, содержание железа и перманганатная окисляемость. Происходит полное обеззараживание воды. Значительно снижается количество сложных органических загрязнителей, ПАВ и тяжелых металлов. Результаты исследований качества исходной и очищенной

воды на установке серии «Лисскон» в с. Солянка приведена в табл. 2. Станции очистки, обеззараживания и опреснения воды «Лисскон-101-5» применяются для водообеспечения объектов сельских поселений преимущественно для левобережных районов Саратовской области. Для правобережных районов Саратовской области применяются станции очистки, обеззараживания, обезжелезивания и умягчения «Лисскон-101-10» и «Лисскон-101-15» (рис. 2).

Таблица 2. Эффективность фильтрации проб воды

Показатели	Образцы воды		Степень очистки, %	ПДК
	исходная	очищенная		
цветность, град	37,0±2,0	6,0±0,2	83,78	20,0
мутность, мг/л	1,7±0,3	0,48±0,11	71,76	1,5
pH	7,40±0,2	6,90±0,2	6,76	6,0-9,0
жесткость, мг-экв/л	14,8±0,7	0,18±0,05	98,7	7,0
хлориды, мг/л	2186,3±327,9	228,1±19,2	89,57	350,0
сульфаты, мг/л	2,1±0,4	1,0±0,05	52,38	500,0
минерализация, мг/л	4532,0±90,6	388±43,3	91,44	1000,0
окисляемость, мг/л	14,4±2,9	0,85±0,25	94,1	5,0
железо, мг/л	1,9±0,5	0,042±0,008	99,77	0,3



Рис. 2. Станция очистки воды «Лисскон 101-15» в п. Восход Балашовского района Саратовской области

Выводы: проведенные исследования показали необходимость применения перспективных технологий водоподготовки для снижения рисков воздействия факторов среды на здоровье населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Панькова, В.В. Геоэкология урбанизированных территорий / В.В. Панькова, С.М. Орлова. – М.: ЦПГ, 1996. 108 с.
2. Подольский, А.Л. Интегрированный экологический мониторинг акваторий и прибрежных экосистем: организационно-технические и программно-аппаратные решения / А.Л. Подольский, С.Б. Бобырев, Е.И. Тихомирова и др. // Фундаментальные исследования. 2012. № 5. С. 177-179.
3. Бочкарева, Е.А. Факторы пространственной неоднородности химического состава воды малых рек Саратовской области / Е.А. Бочкарева, А.А. Беляченко // Бюлл. медицинских интернет-конференций. 2012. Т. 2, № 4. С. 219-222.

4. Бочкарева, Е.А. Пространственная изменчивость химического состава воды реки Чардым / Е.А. Бочкарева, А.А. Беляченко // Аграрный научный журнал, 2013. № 3. С. 12-17.
5. Онищенко, Г.Г. Вода и здоровье // Водоочистка. 2005. № 10. С. 3.
6. Ревич, Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения // Введение в экологическую эпидемиологию. – М., 2001. С. 224-230.
7. Онищенко, Г.Г. О состоянии и мерах по обеспечению безопасности хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. 2010. № 3. С. 4-7.
8. Гамаюнова, А.А. Качество питьевой воды и здоровье населения / А.А. Гамаюнова, Л.А. Басихина, Н.Я. Кучеренко и др. // Фундаментальные исследования. 2005. № 6. С. 70-76.
9. Степанова, Н.Ю. Качество питьевой воды как фактор увеличения экологообусловленных заболеваний / Н.Ю. Степанова, А.В. Иванов, А.И. Сидорова // Региональная экология. 2006. № 1-2. С. 47-52.
10. Веденеева, Н.В. Инновационные методы очистки поверхностных и сточных вод с использованием наноструктурированных сорбентов / Н.В. Веденеева, В.А. Заматырина, Е.И. Тихомирова и др. // Инновационная деятельность. 2014. № 4. С. 27-31.
11. Орлов, А.А. Гигиенические особенности работы установок по очистке питьевой воды в условиях сельских поселений / А.А. Орлов, Е.В. Скиданов, А.В. Кошелев // Санитарный врач. 2012. №6. С. 43-46.
12. Скиданов, Е.В. Опыт реализации водной стратегии РФ по обеспечению питьевой водой сельского населения Заволжья Саратовской области / Е.В. Скиданов, Е.И. Тихомирова, А.В. Кошелев и др. // Тезисы докладов «Международной конференции по вопросам водопользования и экологии в рамках участия РФ в БРИКС». – М., 2014. С. 35-37.
13. Скиданов, Е.В. Опыт использования наноструктурированных сорбентов КНС в системах очистки воды серии «ЛИССКОН» для водоснабжения сельского населения Заволжья Саратовской области / Е.В. Скиданов, Е.И. Тихомирова, А.В. Кошелев и др. / Сборник тезисов докладов Международного форума «Крым Hi-tech 2014». – Севастополь, 2014. С. 19-21.
14. Веденеева, Н.В. Разработка комплексной очистки поверхностных вод от химических и биологических загрязнителей / Н.В. Веденеева, О.В. Нечаева, Е.И. Тихомирова // Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности России: материалы II всерос. конф. – М., 2014. С. 79-80.

**SARATOV OBLAST SMALL RIVERS AS THE OBJECT OF WATER USE:
MONITORING OF ECOLOGICAL STATE, COMPLEX ASSESSMENT
AND IMPROVEMENT OF WATER QUALITY**

© 2016 N.V. Vedeneyeva, A.A. Belyachenko, S.A. Kiyashchenko, E.I. Tikhomirova

Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.

In work the analysis of chemical composition of small rivers waters in Saratov oblast is submitted. Distinctions in the chemical composition of water in upper, middle and lower watercourses are shown; dependences of water composition on season and nature use of catchment areas are analyzed. Depending on features of the chemical composition of water, the river of the researched area are divided into several groups. It is told about experience of providing small settlements with qualitative drinking water due to application of stations of water purification of the LISSKON-101 series.

Key words: *small rivers, chemical composition, water, variability, purification station, water treatment*

Nataliya Vedeneyeva, Candidate of Biology, Chief of the Laboratory at the Ecology Department. E-mail: vnv09@ya.ru; Andrey Belyachenko, Candidate of Biology, Associate Professor at the Ecology Department. E-mail: belyachenkoa@mail.ru; Sofia Kiyashchenko, Post-graduate Student; Elena Tikhomirova, Doctor of Biology, Professor, Head of the Ecology Department. E-mail: tikhomirova_ei@mail.ru