

ID: 2012-04-27-A-1531

Оригинальная статья

Бочкарева Е.А., Беляченко А.А.

Факторы пространственной неоднородности химического состава воды малых рек Саратовской области

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Резюме

В работе рассматриваются закономерности изменения химического состава воды малых рек Саратовской области. Выявляются 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.

Ключевые слова: малые реки, химический состав воды, пространственная неоднородность, модельный объект

Введение

Малые реки являются начальными звеньями гидрографической сети, формирующими более крупные водотоки. Они наиболее чутко реагируют на прямые (водозабор, сброс) и косвенные (динамические процессы на водосборной площади) антропогенные воздействия. Главная особенность малых рек заключается в их уязвимости при чрезмерном использовании запасов воды и хозяйственном освоении водосборных площадей. Вместе с тем, малые реки выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая водный баланс и перераспределяя влагу, определяют гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных рек. Состав естественных вод весьма разнообразен, меняется в широких пределах, зависит от климата, времени года, близкого расположения населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий. Химическим составом вод и их органолептическими показателями определяется их безопасность для региона и его населения. В связи с этим требуется постоянный контроль химических и органолептических показателей воды.

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 [1]. Целью работы было выявление факторов пространственной неоднородности химического состава воды малых рек Саратовской области.

Материал и методы

Исследования проводились на территории Хвалынского, Новобурасского, Татищевского, Вольского, Балаковского, Марковского, Энгельсского, Саратовского и Воскресенского районов Саратовской области в 2010-2011 гг. За период исследования было изучено 50 малых рек: проанализированы органолептические показатели (по 6 параметрам) и химический состав (по 8 параметрам) 149 проб воды [6-9]. Статистическая обработка данных проводилась при помощи стандартных статистических методик [2, 3] с использованием программы Statistica 6.0 и методов многомерной статистики. Предельно допустимые концентрации веществ взяты в соответствии с государственными нормативами [4, 5].

Результаты и их обсуждение

В ходе работы удалось выявить несколько основных факторов, влияющих на химический состав и органолептические параметры воды малых рек. Это геоморфологические характеристики и степень хозяйственной освоенности речной долины, место и время отбора проб.

Кластерный анализ полученных данных позволил выделить 4 группы рек (рисунок 1). Первая группа – 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 1,5-2,0 раза отмечено только по концентрации аммония. Это связано с расположением вблизи рек населенных пунктов, дорог, полей, сельскохозяйственных ферм и указывает на свежее загрязнение.

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 отмечены по всем химическим показателям. Общая жесткость в среднем составляет 100 мг экв/л, что в первую очередь связано с наличием карбонатных осадочных пород, толщину которых прорезает речная долина. По этому показателю вода относится к классу очень жесткой. Окисляемость воды в среднем составляет 3,5 мг/л, это обусловлено содержанием в воде органических веществ и служит индикатором загрязненности рек сточными водами и начинающейся эвтрофикации водоемов. Концентрация хлоридов составляет 100 мг/л, что указывает на загрязненность речной воды бытовыми сточными водами, однако ПДК по этому параметру не превышен. Органолептические показатели воды рек этой группы также неудовлетворительные: запах составляет в среднем 4-5 баллов (очень сильный, делающий воду совершенно непригодной); в основном запах плесневый или гнилостный. Осадок большой, глинистый или песчаный.

Третья группа – реки, стекающие с западного склона Приволжской возвышенности: Терса, Новаяблонка, Елшанка. Реки этой группы достоверно отличаются от остальных по концентрациям аммония (от 50 до 65 мг/л), свободного аммиака (от

1400 до 1500 мг/л) и окисляемости (в среднем около 2 мг/л). Все эти превышения можно объяснить близким расположением к г. Хвалынск и средней антропогенной нагрузкой.

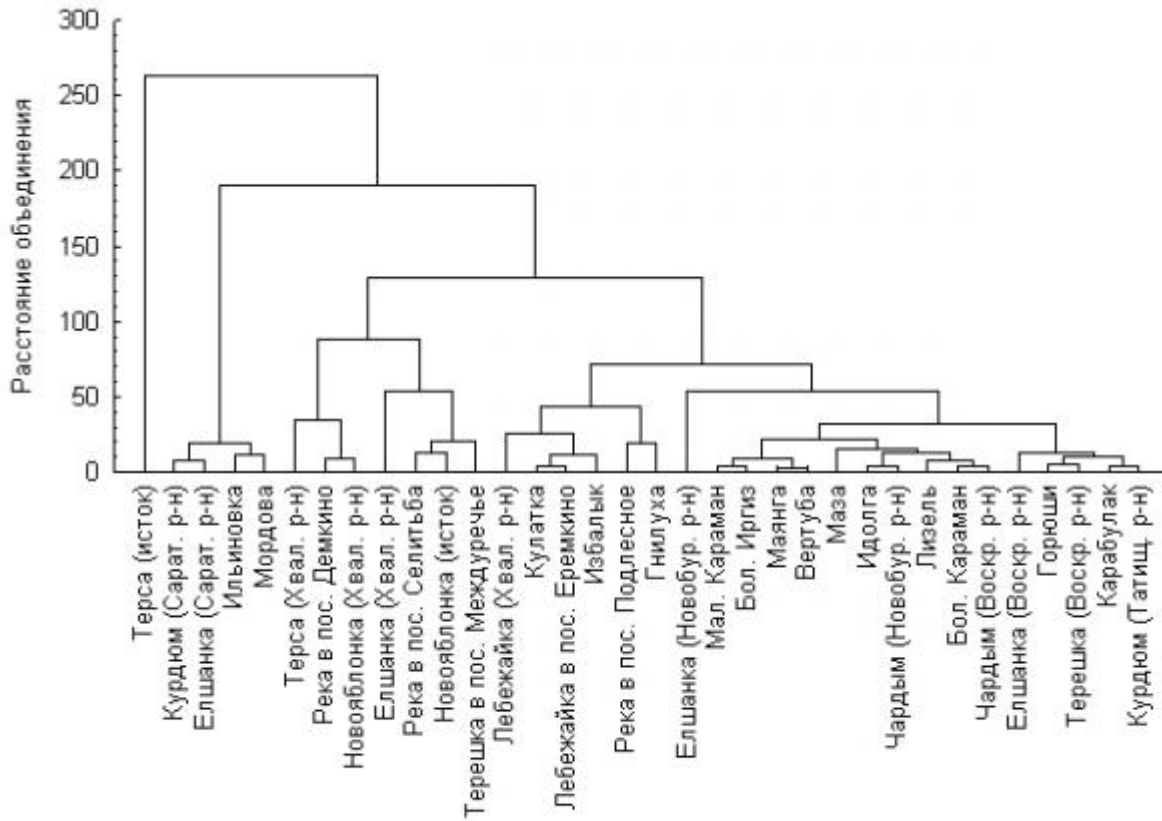


Рис. 1. Кластерная диаграмма сходства химического состава воды малых рек Саратовской области

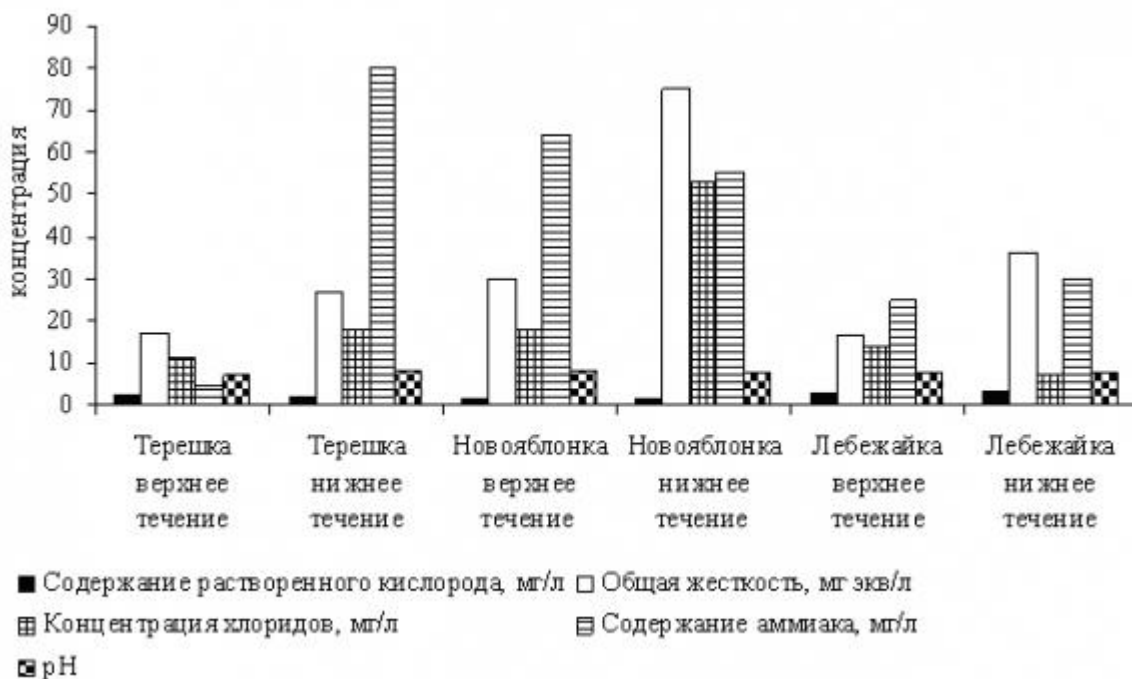


Рис. 2. Зависимость химического состава воды малых рек от места отбора проб

Четвертая группа – правосторонние притоки р. Терешка: Кулатка, Лебежайка, Избалык. У этой группы высоки значения окисляемости (до 3,1 мг/л). Превышение также наблюдается по концентрации аммония и свободного аммиака.

Анализ химического состава рек в верхнем и нижнем течениях позволил выявить следующие закономерности. Химический состав воды рек небольшой протяженности, таких как Лебежайка, практически не изменяется на всем протяжении реки (рисунок 2).

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.

Комплексная оценка степени загрязненности воды проведена при помощи интегрального показателя – индекса загрязненности воды (ИЗВ). Наиболее загрязненными оказываются частично пересыхающие реки (р. Живой ключ) или реки с медленным течением и большой водосборной площадью (р. Маза). При этом величина индекса загрязненности воды связана, прежде всего, с концентрациями аммиака и ионов аммония, так как превышение ПДК по этим показателям оказываются наиболее существенными.

Пробы, отобранные в разное время достоверно отличаются друг от друга по органолептическим и химическим показателям (таблица 1).

Таблица 1. Динамика химического состава воды р. Чардым

Место отбора проб	Время отбора проб	Органолептические показатели				Концентрация ионов, мг/л				Концентрация растворенного кислорода, мг/л	Общая жесткость, мг экв/л	pH
		температура, °С	прозрачность, см	характеристика осадка	запах, баллы	хлориды	свободный аммиак	аммоний	нитриты			
Нижнее течение	зима	4	45	незначительный, песчаный	1	19,7	1,9	300,5	0,13	1,70	30	7,1
	весна	7	38	большой, песчаный	3	35,5	8,2	712,3	0,22	2,10	25,0	7,4
	паводок	9	10	очень большой, глинистый	2	41,2	6,3	621,5	2,8	2,35	23,5	7,3
	лето	23	45	малозаметный, песчаный	3	23,1	5,5	1020,0	0,15	2,10	23,1	7,1
Среднее течение	зима	4	41	незначительный, песчаный	1	15,8	1,1	288,9	0,09	1,30	27,0	7,3
	весна	5	37	малозаметный, песчаный	1	25,4	6,9	478,2	0,15	1,30	19,8	7,4
	паводок	7	9	очень большой, песчаный	2	39,5	8,6	502,3	1,8	1,95	26,4	7,3
	лето	22	38	незначительный, песчаный	2	21,3	2,6	483,4	0,12	2,90	38,0	7,3
Верхнее течение	зима	4	49	незначительный, хлопьевидный	1	17,6	2,1	258,2	0,11	1,80	29,0	7,1
	весна	6	38	малозаметный, хлопьевидный	1	14,2	9,3	365,21	0,15	1,90	33,5	7,0
	паводок	8	18	большой, песчаный	1	36,5	1,8	503,2	0,90	2,02	40,2	7,0
	лето	22	44	малозаметный, песчаный	1	127,8	5,7	1072,0	0,13	2,10	15,6	7,4

Интегральный показатель качества воды значительно меняется в зависимости от времени года и места отбора проб: зимой за счет уменьшения концентраций нитритов, ионов аммония, хлоридов и количества растворенного кислорода ИЗВ относительно невелик (в верхнем течении реки 2,2, в нижнем течении - 4,8), летом за счет увеличения концентраций растворенных веществ ИЗВ увеличивается (в верхнем течении реки 3,4, в нижнем течении - 6,0). В 2010 году ИЗВ оказался наивысшим, что связано, в первую очередь, это связано с неблагоприятными климатическими условиями. В более типичный по погодным условиям лета 2011 г. ИЗВ значительно ниже на всех станциях отбора проб.

Населенные пункты, находящиеся в пределах речных долин, являются важным фактором, определяющим пространственную неоднородность химического состава воды малых рек. На территории населенных пунктов в водотоки постоянно производятся сбросы отходов. Это особенно заметно в период зимних оттепелей, когда талая вода с растворенными в ней веществами стекает по поверхности промерзшей почвы. Для населения это очень актуальная проблема, так как из водотоков производится забор воды для хозяйственных нужд. Кроме этого вблизи многих небольших

населенных пунктов Правобережных районов Саратовской области организованы пруды для разведения рыбы. Зимой изменение химического состава воды может привести к замору рыбы и вызвать существенный экономический ущерб.

Исследования проводились в феврале 2012 года на территории Новобурасского района Саратовской области. Заборы проб воды осуществлялись из р. Чардым и р. Соколка (правого притока реки Чардым). Пробы воды проанализированы по органолептическим показателям и химическому составу. Для оценки влияния населенного пункта, как источника загрязнения поверхностных вод пробы из реки отбирались в начале села (фоновая проба), через каждые 500 м в его административных границах и в 500 м ниже границы села по течению реки.

Во всех пробах воды, взятых в административных границах населенных пунктов, выявлено значительно большее содержание хлоридов (130,0-171,0 мг/л), чем в фоновых пробах, что указывает на загрязненность речной воды бытовыми сточными водами, однако ПДК по этому параметру не превышен. Концентрация нитритов возрастает от первой к предпоследней пробе (на протяжении всего населенного пункта) и составляет 1,5-2,2 мг/л, что свидетельствует о свежем фекальном загрязнении воды. Окисляемость воды в среднем составляет 1,5 мг/дм³, это обусловлено содержанием в воде органических веществ и служит индикатором загрязнённости рек сточными водами. Общая жесткость воды в пробах увеличивается от 34,0 до 108,0 мг экв/л. Значительное превышение предельно допустимой концентрации по ионам аммония и свободного аммиака говорит о свежем загрязнении и о близком расположении его источника. Вместе с тем, во всех пробах органолептические показатели воды удовлетворительные: запах практически не чувствуется, осадок незначительный, песчаный. В пробах, отобранных ниже села по течению реки, обнаружено значительное снижение концентрации нитритов, хлоридов и общей жесткости воды.

Литература

1. Панькова В.В., Орлова С.М.. Геоэкология урбанизированных территорий. М.: ЦПГ, 1996. 108 с.
2. Мэггаран Э. Биологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1991. 183 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1982. 314 с.
4. Беспамятных Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. СПб, 2000. 38 с.
5. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
6. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера, 2006.
7. Шпак И.Е., Михайлова А.М. Характеристика и анализ вод: учебное пособие. Саратов: изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2000. – 80 с.
8. Золотов Ю.А. и др. Основы аналитической химии. М.: Высшая школа, 2002. – 494 с.
9. Умланд Ф. и др. Комплексные соединения в аналитической химии. Теория и практика применения. М.: Мир, 1975.