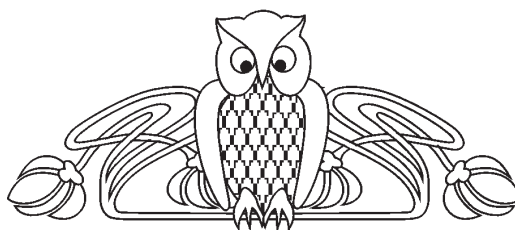




УДК 504.05:556.53 (470.44)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАССЕЙНА РЕКИ ЧАРДЫМ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Н. Чумаченко, В. А. Гусев, В. А. Данилов,
В. З. Макаров, В. А. Затонский, Н. В. Пичугина,
А. В. Фёдоров, П. А. Шлапак



Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: geograf-nauka@yandex.ru

В статье рассмотрены некоторые результаты гидрологических работ, выполненных по программе комплексных ландшафтно-экологических исследований в бассейне реки Чардым летом 2015 года. С помощью портативного оборудования и стандартных методик определены компоненты химического состава воды в руслах рек и дана оценка их качества с учетом нормативных критериев предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения и потенциальных источников техногенного загрязнения.

Ключевые слова: малые реки, бассейн реки, гидрохимические исследования, оценка качества вод, Саратовская область.

Geoeological Assessment of Quality of a Surface Water of a River Basin Chardym in the Saratov Region

A. N. Chumachenko, V. A. Gusev, V. A. Danilov, V. Z. Makarov,
V. A. Zatonsky, N. V. Pichugina, A. V. Fedorov, P. A. Shlapak

In this article you can find results of the hydrological works, that was realized by landscape-ecological investigation in a Chardym river basin in the summer 2015. With the help of the portable equipment and standard methodology, chemical water components were defined and was given an assessment of their quality based on standard criteria of maximum concentration limit of the polluting substances for reservoirs of fishery appointment and potential sources of technogenic pollution.

Key words: small rivers, river basin, hydrochemical researches, assessment of quality of waters, Saratov region.

DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-2-93-97

Постановка проблемы. Подавляющее большинство водотоков Саратовской области – это малые реки (площадь бассейна не более 2000 км² и длина от 10 до 25–50 км). Бассейны малых рек, являясь территориальной единицей локального уровня, как правило, располагаются в пределах одного, иногда двух ландшафтов. Поэтому водосборы малых рек – чувствительные индикаторы ландшафтно-хозяйственной обстановки, своеобразный ландшафтный «продукт» не только климата, но и морфоструктурных особенностей территории, истории её хозяйственного освоения. Конечно, гидрологический режим малых и средних рек определяется, прежде всего, ландшафтно-зональными факторами. Но гидроэкологическая

обстановка зависит в значительной степени от режима хозяйствования в бассейне реки.

Малые реки Саратовской области расположены в южной лесостепи, степной и полупустынной зонах. Поэтому в гидрологическом режиме данных рек основной фазой в годовом цикле является *весеннее половодье*, во время которого проходит от 60 до 100% годового объема стока, а минимальная водность отмечается в июле-августе, когда расход воды минимален. Скорость течения воды в русле малой степной реки в этот период примерно в 2 раза меньше, чем в остальные сроки. Глубина реки изменяется в сторону уменьшения (до 0,30 м). Ширина также минимальна (до 1 м).

Важной особенностью малых рек является их *ограниченная способность к самоочищению*, в результате чего они легко загрязняются, заиляются и деградируют. Вместе с тем малые реки имеют очень большое значение: они используются для питьевого и хозяйственного водоснабжения населенных пунктов, служат для создания малых гидроэлектростанций, водохранилищ, их поймы заняты пастбищными и сенокосными угодьями, на берегах возникают стихийные зоны отдыха местного населения [1].

Малые реки имеют также рыбохозяйственное значение, в частности, при определённых ландшафтных особенностях реки (достаточная скорость течения, температура и чистота воды) – для сохранения и воспроизводства некоторых видов рыбы. Известна природоохранная и эстетическая роль малых речных долин в ландшафтном каркасе территории.

Для осуществления рациональной водохозяйственной деятельности в бассейне любой реки и оптимального управления водными ресурсами необходима систематизированная объективная информация о состоянии водных объектов и водных ресурсов. Решению этой задачи способствует система мониторинга, данные которого служат информационной основой для принятия управленческих решений в водохозяйственной деятельности, управления качеством водных ресурсов, оценки влияния на них антропогенной деятельности, составления планов и программ развития территорий, прогнозирования неблагоприятных явлений на водных объектах [2,3].

Объект исследования. Цели и задачи ландшафтно-экологических работ. Водосбор реки Чардым находится на восточном склоне При-



вожжской возвышенности в Саратовской области. Площадь бассейна около 1462,4 км², длина реки 97 км. Левобережную часть бассейна дренируют реки Гремячка, Соколка, Лошок, Елшанка и Теплая. В правобережной части протекают реки Сокурка и Малая Каменка. Река Чардым впадает в Волгу (Волгоградское водохранилище) примерно в 40 км севернее г. Саратова.

Абсолютные высоты в пределах бассейна варьируют от 16–18 до 330 м. Наиболее приподняты (300–330 м над у.м.) западные рубежи исследуемой территории, которая граничит здесь с бассейном реки Большой Колышлей (левый приток Медведицы). На севере водораздельные поверхности приурочены к высотам 220–290 м над у.м.

В соответствии с административным делением Саратовской области, 56,6% поверхности Чардымского бассейна находится в Новобураском муниципальном районе, 29,2% – в Татищевском, 8,0% – в Воскресенском, 5,8% – в Петровском и 0,4% – в Саратовском районе (табл. 1).

Таблица 1

Дифференциация бассейна р. Чардым по муниципальным районам Саратовской области [4, 5]

Муниципальный район	Площадь района в пределах бассейна	
	км ²	%
Новобураский	826,9	56,6
Татищевский	426,8	29,2
Петровский	85,2	5,8
Воскресенский	117,5	8,0
Саратовский	6,0	0,4
Всего	1462,4	100

Бассейн Чардыма - один из наиболее интересных в природном и рекреационном отношении в Саратовском Предволжье. Ландшафты бассейна Чардыма ярко демонстрируют величие природы Саратовского Предволжья. Контрастный ступенчатый рельеф, расчлененный долинами рек, балками, оврагами, лощинами, имеет пёстрый ландшафтный покров – от типичных степей до липово-дубовых лесов на разных подтипах чернозёмов – от южных, суглинистых, до щебенчатых неполноразвитых или пойменных. Покрытые лесом холмы Приволжской возвышенности с просторными разнотравными полянами, сельскохозяйственными угодьями на водораздельных плато в котловинах вызывают восторг у всех приезжающих в эти места. Недаром здесь расположены известные областные охраняемые территории – Побочинская дача и рекреационная территория «Кудеярова пещера». Вместе с тем бассейн Чардыма требует внимательного изучения для определения и оценки участков с риском развития эрозии, загрязнения поверхностных и подземных вод, деградации лесных массивов. Именно инвентаризацией и изучением зон актуального и

потенциального риска при разных видах природопользования в бассейне Чардыма занимались участники экспедиции. Целями исследований в бассейне реки Чардым стали:

– организация ключевых участков на разных местоположениях в разных типах ландшафтов в пределах трёх ландшафтных профилей-трансект, секущих бассейн реки Чардым по азимуту юго-запад – северо-восток. Профили-трансекты проложены в нижней, средней и верхней частях водосбора реки Чардым;

– проведение опытных гидрологических работ в русле реки Чардым и ее притоках с целью отладки и проверки нового гидрологического оборудования и получения гидрографической, эколого-гидрологической и эколого-геоморфологической информации;

– выполнение комплексных ландшафтных работ на ключевых участках на профилях-трансектах, включая лесотаксационные и микроклиматические исследования;

– картографирование участков с проявлением экзодинамических процессов (линейная эрозия, плоскостной смыв, абразия речных берегов, динамика русла водотоков), а также других негативных процессов (подтопление, заболачивание, вторичное засоление почв, вымокание древостоя, дефляция, забурьянивание заброшенных полей и прочие признаки деградации ландшафтного покрова).

Исследования были проведены на 37 ключевых участках, в долине Чардыма и его притоках, на водораздельных и присетевых склонах, на водораздельных междуречных и междубалочных участках в нижнем, среднем и верхнем частях водосбора.

В ходе экспедиционных работ были отобраны водные и почвенные пробы, пробы речного ила для последующего геохимического анализа. Выполнены суточные микроклиматические наблюдения. Проводились лесотаксационные работы с описанием геоботанических площадок и отбором керн из стволов деревьев разных пород. Были выполнены гидрологические наблюдения на реке Чардым в районе села Радищево, в истоках Чардыма, на притоке Лошок. Исследованы процессы водной эрозии на склонах разных экспозиций в районе сел Ириновка, Красная Речка, с установкой реперов для последующего наблюдения.

В программу комплексных ландшафто-экологических исследований были включены и гидрохимические изыскания.

Данная статья посвящена анализу результатов гидрохимических работ.

Методика гидрохимических работ. Полученные данные, их обсуждение и выводы. Водные пробы отбирались в реке Чардым и ее отдельных притоках.

Отбор был выполнен по ГОСТ Р 51592–2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [5] и переданы для химического анализа в лаборато-



рию массовых анализов НИИСХ Юго-Востока. Полученные протоколы химического анализа поверхностных вод стали содержательной основой предлагаемой статьи.

Методика исследований заключалась в определении основных компонентов химического состава воды в руслах рек и оценке их качества с учетом нормативных критериев предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения и потенциальных источников техногенного загрязнения.

Химический анализ воды проводили экспресс-методами с помощью комплекта лаборатории, портативного оборудования для определения минерализации и pH среды, которые позволяют оценить качество водных объектов в полевых условиях. Пробы воды складывались в морозильную камеру и отправлялись на химический анализ в стационарную лабораторию.

Согласно ГОСТ отбор проб осуществлялся на расстоянии 1,5–2,0 м от берега реки или с середины русла (при ширине реки менее 2 м) с глубины 30–50 см. Гидрохимический анализ выполнялся в соответствии с ПДК вредных веществ для воды рыбохозяйственных водных объектов, утвержденными Федеральным агентством по рыболовству (приказ «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения») [6].

Работа проведена в период летней межени (июль–август 2015 г.).

По стандартной методике определяли 13 ингредиентов, в том числе: водородный показатель

(pH); общую минерализацию; общую и карбонатную жесткость; массовые концентрации катионов кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}), аммония (NH_4^+), карбонатов (CO_3^{2+}); анионов – гидрокарбоната (HCO_3^-), сульфата (SO_4^{2-}), хлорида (Cl^-), нитратов (N-NO_3). Всего проанализировано 20 проб воды.

Концентрации исследуемых ингредиентов в отобранных пробах воды представлена в табл. 2. Определены классы качества вод (по нормативным критериям). Основным индикатором при определении класса качества вод выбрали присутствие катиона аммония (NH_4^+), свидетельствующего, как правило, о повышенном органическом загрязнении.

Проведенные исследования позволили сделать следующие основные выводы о качестве поверхностных вод исследуемой территории.

Река Чардым – правый приток Волги. Активная реакция воды реки Чардым находится в пределах нормы (7,7–8,1) с тенденцией к щелочному pH. По этому показателю воды реки можно отнести к слабощелочным прогрессирующим в направлении щелочных. Подобная ситуация может привести к нарушениям нормального развития пресноводных гидробионтов, в частности рыб. Известно, что нарушение функциональной способности нитрифицирующих бактерий, отвечающих за разложение отмерших органических веществ, происходит при $\text{pH} > 7,8$ [7].

В образцах воды, взятых в истоке реки Чардым в Петровском административном районе и в среднем течении у села Чернышевка (Татишевский район), отмечается относительно повышенная общая минерализация (суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ составляет около 716–724 мг/л). Однако данные значения не превышают ПДК для

Таблица 2

Показатели гидрохимического состава речных вод р. Чардым и его притоков

Ингредиенты, мг/л	ПДК	Река Сокурка (среднее течение)	Река Соколка (район с. Лох)	Река Чардым (исток)	Река Чардым (с. Чернышевка)	Река Чардым (среднее течение)	Река Чардым (устье)	Пруд у стойбища КРС
pH	6,5–8,5	7,96	7,04	7,96	7,76	7,90	8,10	7,43
CO_3^{2+}		7,2	0	14,4	6,0	22,8	21,6	3,6
HCO_3^{2-} , мг/л	400–500	296,5	140,3	402,6	303,2	340,0	323,3	219,6
Cl^- , мг/л	300	25,6	60	71,6	59,6	68,2	93,7	23,8
SO_4^{2-} , мг/л	100	191,5	323	88,8	318,2	426,2	481,0	171,8
Общая жёсткость, мг/экв/л	7	8,5	7,5	7,0	10,8	12,6	14,0	6,0
Ca^{2+} , мг/л	180	124	102	120	142	174	170	58
Mg^{2+} , мг/л	40	28,0	29,2	12,2	45,0	47,4	66,8	37,7
Na^+		25,2	71,5	90,3	58,1	99,5	103,6	42,2
K^+	50	9,0	5,0	1,0	6,0	8,0	8,0	6,0
NH_4^+ , мг/л	0,5	0	0	сл	0	сл	0,1	0,7
N-NO_3 , мг/л	–	0,92	0,86	0,76	0,85	0,94	0,98	0,71
Общая минерализация, мг/л	1000	570	610	724	716	1060	1265	402



вод рыбохозяйственного назначения (1000 мг/л). Воды реки по этому показателю соответствуют категории «пресных» вод.

В то же время в образцах воды, взятых в нижней части реки и в устье реки Чардым общая минерализация растворенных в воде веществ значительно повышается и варьирует в пределах 1060-1265 мг/л, что уже в 1,1–1,2 раза выше ПДК.

Значения общей жесткости воды во всех образцах практически повсеместно превышают ПДК (7 мг-экв/л) и в среднем составляют около 11,1 мг-экв/л. Такая вода характеризуется как «жесткая», что объясняется влиянием природных факторов (в естественных условиях ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} и других щелочноземельных металлов, обуславливающих жесткость, поступают в воду в процессе взаимодействия растворенного диоксида углерода с карбонатными минералами в результате иных процессов растворения и химического выветривания земной коры), высокой сельскохозяйственной освоенностью прибрежной зоны (источник ионов – микробиологические процессы, протекающие в почве на площади водосбора и в донных отложениях), а также промышленно-коммунальными стоками (за исключением образца воды, взятого в истоке реки, где общая жесткость находится на уровне ПДК).

Содержание HCO_3^- ионов составляет 303,2–402,6 мг/л, что ниже ПДК, как следствие, превышение карбонатной жесткости в водах реки не отмечается.

Что касается концентрации катионов NH_4^+ , то ни в одном образце не выявлено превышение ПДК по аммонийному азоту. Это значит, что воды реки Чардым по существующей классификации качества природных поверхностных вод оцениваются как «чистые» и относятся ко 2-му классу качества [7,8] (табл. 3).

Таблица 3

Содержание аммония в речных водах с различной степенью загрязненности

Степень загрязнения	Класс качества	Аммонийный азот (NH_4)
Очень чистые	1	0,05
Чистые	2	0,1
Умеренно загрязненные	3	0,2-0,3
Загрязненные	4	0,4–1,0
Грязные	5	1,1–3,0
Очень грязные	6	>3,0

Река Сокурка (правый приток Чардыма).

По критерию pH воды реки можно считать «чистыми». Водородный показатель варьирует в пределах 7,6–7,9. Минеральный состав реки в пределах нормы (570 мг/л), что соответствует категории «пресных» вод. Общая жесткость вод Сокурки повсеместно выше ПДК в 1,2 раза, что свидетельствует о повышенной жесткости воды.

Превышение ПДК (0,5 мг/л) по содержанию аммонийного азота по всей реке не выявлено. По этому показателю воды реки Сокурка оцениваются как «очень чистые» и относятся к 1-му классу качества.

Река Соколка (левый приток Чардыма).

По водородному показателю воды также можно считать «чистыми». pH воды не превышает ПДК и равен 7,0. Минеральный состав реки в пределах нормы (610 мг/л), что соответствует категории «пресных» вод. Общая жесткость вод реки составляет 7,5 мг-экв/л, что выше ПДК и свидетельствует о повышенной жесткости воды.

По содержанию аммонийного азота воды реки Соколки оцениваются как «очень чистые» и относятся к 1-му классу качества

Замкнутый водоем (пруд) у стойбища крупного рогатого скота.

По водородному показателю воды пруда можно считать «чистыми». pH воды не превышает ПДК и равен 7,4. Минеральный состав реки в пределах нормы (402 мг/л), что соответствует категории «пресных» вод. Общая жесткость воды составляет 6,0 мг-экв/л, что не превышает ПДК и свидетельствует о мягкости воды.

В то же время концентрация NH_4^+ -ионов составляет около 0,7 мг/л, что превышает ПДК аммонийного азота в воде в 1,4 раза. Известно, что ионы аммония – обычно результат микробиологического разложения белков животного и растительного происхождения. Вероятны два источника загрязнения: избыточное и нерациональное применение минеральных и органических удобрений; стоки с пастбищ и мест скопления скота, а также сточные воды от животноводческих комплексов. Необходимо заметить, что присутствие NH_4 в концентрациях более 1 мг/л снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород, что приводит к проявлению токсического эффекта и угнетает популяцию рыб [7].

По существующей классификации качества природных поверхностных вод в пруду вода оценивается как «загрязненная» и относится к 4-му классу качества (см. табл. 3).

Общие выводы

Воды всех исследуемых рек можно отнести к слабощелочным прогрессирующим в направлении щелочных.

2. При движении вниз по течению от истока к устью в минерализация воды в реке Чардым увеличивается от 716–724 мг/л в образцах воды, взятых в верхней части реки и в среднем его течения, до 1060–1265 мг/л в образцах воды, взятых в нижнем течении и в устье реки, что выше ПДК в 1,1–1,2 раза.

3. Вода в русле реки Чардым не отвечает нормативам качества по жесткости. Превышения ПДК составляют в среднем в 1,6 раза (за исключением образца воды, взятого в истоке реки).



4. Повышенная природная, общая и карбонатная жесткость воды – фактор риска развития у населения мочекаменной болезни (что и отмечается в целом по Саратовской области).

5. По содержанию аммонийного азота воды реки Чардым оцениваются как «чистые» и относятся ко 2-му классу качества.

6. Воды рек Соколки и Сокурки (притоки Чардыма) по содержанию аммонийного азота оцениваются как «очень чистые» и относятся к 1-му классу качества.

7. По существующей классификации качества природных поверхностных вод в пруду вода оценивается как «загрязненная» и относится к 4-му классу качества.

Библиографический список

1. Гусев В. А. Экологические проблемы малых рек Саратовской области в условиях современного водопользования // Основы рационального водопользования : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Саратов : Саратовский источник, 2011. С. 126–129.
2. Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Потребление воды : экологический, экономический, социальный и политический аспекты / Ин-т водных проблем РАН. М. : Наука, 2006. 221 с.
3. Водный кодекс Российской Федерации : принят Гос. Думой 3 июня 2006 г. Статья 30. Государственный мониторинг водных объектов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Пичугина Н. В., Макаров В. З., Данилов В. А., Фёдоров А. В. Сельскохозяйственное районирование Саратовского Правобережья // Современные тенденции развития науки и технологий : сб. науч. тр. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. : в 10 ч. / под общ. ред. Е. П. Ткачевой. Белгород : ИП Ткачева Е. П., 2015. № 6, ч. I. С. 83–87.
5. ГОСТ Р 51592–2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Принят и введен в действие постановлением Госстандарта России от 21 апреля 2000 года № 117. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. ГОСТ Р 51232–98. «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества». Принят и введен в действие постановлением Госстандарта России от 17 декабря 1998 года № 449. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Никаноров А. М. Гидрохимия: учебник. СПб. : Гидрометеиздат, 2001. 444 с.
8. Петин А. Н., Лебедева М. Г., Крымская О. А. Анализ и оценка качества поверхностных вод : учеб. пособие. Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. 252 с.