

ния проявлялись не только в ЗЗМ, но и в других лесных массивах, удалённых от объекта УХО. Поэтому можно с полной ответственностью утверждать, что он не оказывает негативного влияния на прилегающие лесные массивы. Это подтверждается и тем, что популяции редких растений, распространённых в ЗЗМ объекта, находятся в стабильном состоянии.

Литература

1. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л. 1987. 192 с.
2. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.
3. Сацердатов Б.П. Растительность заповедного участка «Сосновый бор» Куйбышевского государственного заповедника // Труды Куйбышевского государственного заповедника. М. 1939. 213 с.
4. Иванов А.И., Новикова Л.А., Чистякова А.А. Степные и лесостепные памятники природы бассейна

р. Суры в Пензенской области // Устойчивое развитие административных территорий и лесопарковых хозяйств. 2002. С. 131–137.

5. Иванов А.И. Проблема деградации природных биогеоценозов и сокращения биоразнообразия лесостепных районов Европейской части России. // Эколого-экономическое развитие России (анализ и перспективы). М. 2007. С. 114–121.

6. Иванов А.И., Власов А.С., Власова Т.Г., Сашенкова С.А. Древесные растения Пензенской области: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2012. 264 с.

7. Иванов А.И., Чистякова А.А., Новикова Л.А. Особо охраняемые природные территории Пензенской области. Пенза. 2008. 32 с.

8. Солянов А.А. Растительный покров // Природа Пензенской области. Пенза: Приволж. кн. изд-во, 1970. С. 129–177.

9. Иванов А.И., Панкратов В.М. Обследование и экологическая реабилитация мест прежнего уничтожения химического оружия на территории Пензенской области. Пенза. 2006. 75 с.

УДК 504.453/4.054

Комплексная оценка экологического состояния водотоков вблизи объекта по уничтожению химического оружия в г. Почеп (Брянская область)

© 2013. Л. В. Коннова, к.б.н., инженер-лаборант,
Региональный центр государственного экологического контроля
и мониторинга по Брянской области,
e-mail: lykonnova@list.ru

Представлены результаты гидрохимических и гидробиологических исследований рек Судость, Рожок, Семчанка и Коста (Брянская область). Впервые изучен таксономический состав макрозообентоса исследованных рек, включающий 72 вида и таксона рангом выше вида. Рассчитаны индексы загрязнения рек по гидрохимическим показателям. Дана оценка экологического состояния рек на основе видового состава и структурных характеристик сообществ макрозообентоса.

The results of hydrochemical and hydrobiological research of the rivers Sudost, Rozhok, Semchanka and Costa (Bryansk region) are given. The characteristics of macrozoobenthos species composition is given for the first time, that includes 72 species and taxa. Pollution indexes are calculated on the basis of hydrochemical characteristics for these rivers as well. The ecological assessment of condition of the rivers is given grounded on the species composition and structural characteristics of macrozoobenthos communities.

Ключевые слова: реки, макрозообентос, видовой состав, индексы загрязнения, оценка качества, экологическое состояние

Keywords: rivers, macrozoobenthos, species composition, pollution indexes, quality assessment, ecological condition

Введение

Оценка экологического состояния водных экосистем вблизи объекта по уничтожению

химического оружия (ОУХО) крайне важна, поскольку данный объект является зоной повышенной опасности. Комплексный подход в исследовании водотоков, включающий в себя

и гидрохимический, и гидробиологический анализ с акцентом на характеристику сообществ макрозообентоса, позволят получить адекватную оценку их состояния и спрогнозировать необходимые мероприятия по охране и рациональному использованию гидробиоценозов. Целью этого является сохранение биоразнообразия и устойчивости лотических экосистем.

Объект по уничтожению химического оружия располагается на водоразделе бассейнов р. Рожок, а также её притока – реки Семчанка. Данные водотоки относятся к категории малых рек, которые требуют особо пристального внимания, поскольку они являются начальными звеньями гидрографической сети, формирующей более крупные реки (в нашем случае – это река Судость). К тому же они наиболее чутко реагируют на воздействия различного рода. Это как прямое (водозабор, сброс) так и косвенное (динамические процессы на водосборной площади) влияние [1].

Нами были проведены исследования водотоков (Судость, Рожок, Семчанка, Коста) на основе характеристик сообществ макрозообентоса, поскольку донные организмы являются наиболее объективным показателем в оценке состояния рек [2 – 7].

В ходе анализа структуры сообществ макрозообентоса выделяют значительное количество индикаторов состояния водных объектов, играющих определяющую роль при проведении мониторинговых исследований и прогнозировании многолетних изменений «здоровья» водных экосистем [8, 9].

Цель работы – оценка экологического состояния водотоков на основе характеристик сообществ макрозообентоса вблизи ОУХО г. Почеп.

Материалы и методы

Физико-географическая характеристика района исследования. Территория Почепского района расположена в географическом

центре Брянской области, в юго-западном направлении от областного центра г. Брянска на расстоянии 75 км. Это центр Русской платформы, которая является основой Восточно-Европейской равнины. Географическая широта 52°56' градусов, географическая долгота 33°27' градусов. По его территории с северо-востока на юго-запад протекает река Судость и почти пополам разделяет район.

По геоморфологическим условиям и геологическому строению относится к инженерно-геологической области аллювиально-флювиогляциальной Приднепровско-Придеснинской равнины. Моренная равнина донского оледенения представлена плоской, в отдельных местах холмистой или пологоволнистой среднерасчленённой равниной. Абсолютные отметки поверхности 220–270 м. Преобладающий состав покровных отложений – суглинки лесовидные, тонкие однородные, известковистые, пористые, с редкими линзами песков.

Климат района умеренно-континентальный с достаточным увлажнением, с умеренно холодной зимой и относительно тёплым летом.

Нами были исследованы 4 реки: Судость (станция № 110), Рожок (станция № 78), Коста (станция № 111) и Семчанка (станция № 142).

По своему режиму и источникам водного питания исследованные реки относятся к типу равнинных водотоков, преимущественно снегового питания, характеризуются высоким продолжительным весенним половодьем и низким стоянием уровня в летний и зимний периоды.

Основные гидролого-гидрографические характеристики данных водотоков приведены в таблице 1.

Материалом для работы послужили данные исследований макрозообентоса (май – июль 2013 г.) рек Судость, Рожок, Семчанка и Коста. Отбор проб бентоса осуществляли на 4-х станциях (рис. 1), расположенных в литорали и медиале. Одновременно на этих же точках измеряли гидрологические показатели рек

Таблица 1
Гидролого-гидрографические характеристики рек в местах отбора проб (май – июль 2013 г.)

Показатели	Станции наблюдений			
	78	110	111	142
Ширина, м	4,0	7,0	3,0	2,0
Глубина, см	100	170	120	50
Скорость течения, м/с	0,35	0,4	0,4	0,25
T°С	+17	+24	+23	+20
Тип грунта*	ЧИ	ЗП	ЗП	П

Примечание: * – П – песок, ЧИ – чёрный ил, ЗП – заиленный песок.

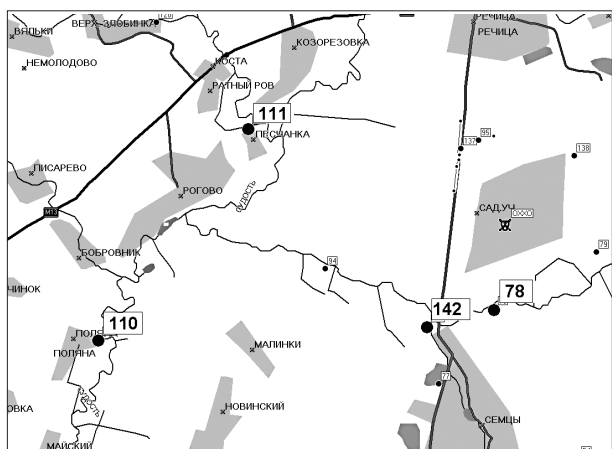


Рис 1. Карта-схема района исследований с указанием станций отбора проб
 ● – обозначены станции отбора проб на исследованных водотоках: №110 – р. Судость, №111 – р. Коста; №78 – р. Рожок, №142 – р. Семчанка

и осуществляли отбор воды для последующего гидрохимического анализа, что позволило получить интегральные характеристики водных экосистем, сформировавшихся под влиянием всей совокупности факторов и особенностей их водосборных территорий.

Всего отобрано 24 качественных и 15 количественных проб. Образцы макрозообентоса отбирали гидробиологическим скребком (длина ножа 25 см, протяжение скребка 1 м) и путём смыва организмов с камней с учётом площади их проекции и расчёта количества собранного гидробиологического материала на 1м² площади дна.

Отобранный грунт промывали через сито (капроновый газ № 21) с размером ячеек 300–310 мкм и фиксировали 4% раствором формалина. Моллюсков фиксировали в 70% спирте.

Организмы из остатков грунта выбирали живыми. Камеральную обработку собранного материала осуществляли по общепринятым методикам [10, 11]. Отобранные организмы разбивали на группы и определяли с помощью бинокуляра и микроскопа в лабораторных условиях до вида (в некоторых случаях – до группы видов или рода) [12 – 16]. При определении видов группы хирономид были использованы определители [17 – 22] и статьи зарубежных и отечественных авторов.

Для анализа полученных данных и характеристики сообществ макрозообентоса были использованы следующие показатели: численность (экз./м²), биомасса (г/м²), число видов гидробионтов, индекс видового разнообразия Шеннона [23], олигохетный индекс Пареле, биотический индекс Вудивисса [24], индекс

Балушкиной [25], интегральный индекс экологического состояния (ИИЭС) [26].

Гидрохимические показатели (солевой состав, биогенные и органические вещества), а также физико-химические параметры измерялись в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [27, 28].

Для гидрохимической характеристики рек использовались следующие параметры: рН, раствор. О₂, органическое вещество (по БПК, по ХПК), минеральные формы азота (NO₂), фосфат-ионы (PO₄³⁻), общее железо.

Аналитическая обработка образцов воды произведена аккредитованной в Центральной экоаналитической лаборатории Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Брянской области.

Результаты и их обсуждение

Гидрохимическая характеристика водотоков. Водородный показатель среды (рН) за период исследования изменялся в пределах от 6,2 до 8,2, что позволяет отнести воду данных рек к классу «нейтральные», или «слабощелочные» (табл. 2).

Газовый режим довольно благоприятен для гидробионтов. Степень насыщения воды кислородом составила 50–75%.

Несомненно, важными показателями качества вод и функционирования речной экосистемы являются такие показатели, как БПК₅ (биохимическое потребление кислорода за 5 дней) и ХПК (химическое потребление кислорода).

По данным веществам выявлено повсеместное превышение нормативного уровня ПДК_{р.к.}. Концентрация лабильной фракции органического вещества (по БПК₅) достигает наиболее высокой отметки в водах реки Семчанка, 4,5 мг/дм³ (2,3 ПДК), и реки Коста, 5,1 мг/дм³ (3,5 ПДК).

Содержание органического вещества (по ХПК) также было достаточно высоким. Особенно в реках Рожок и Семчанка, где концентрация этих загрязняющих веществ достигала 42,2 и 51,5 мг/дм³ соответственно (2,8–3,4 ПДК) (табл. 2).

Несомненно, повышенное содержание органических веществ – результат антропогенного влияния. Это прежде всего поступление загрязняющих веществ с водосборной территории (смыв с сельхозугодий, выпас скота).

Содержание общего железа на исследуемых реках составило 1,5–2 ПДК (табл. 2). Повсеместное превышение общего железа явля-

МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ется естественным для водотоков Брянской области.

Из биогенных веществ высокие концентрации характерны для нитритного азота и фосфатного фосфора. Рост концентрации биогенных элементов может привести к частичной или полной деградации водных экосистем [29, 30].

Они наряду с абиотическими факторами (гидрологические, климатические) в значительной мере определяют развитие фитопланктона и трофический статус реки.

Содержание нитритного азота в водных объектах – важный санитарный показатель, повышенное его содержание указывает на усиление процессов разложения органических остатков и загрязнении водоёмов. Пре-

вышение данного вещества было отмечено во всех реках (0,08–0,09 мг/дм³), что составляет 4–4,5 ПДК_{р.х.}.

Содержание фосфатного фосфора колебалось в пределах от 0,4 до 0,6 мг/дм³, что в 2–3 раза превышает установленную норму ПДК для рыбохозяйственных водотоков. Наибольшее значение данного показателя 0,6 мг/дм³ было выявлено в реке Семчанка (табл. 2).

Для более полной гидрохимической оценки исследуемых водотоков нами был рассчитан индекс загрязнения вод (ИЗВ). Расчёт вели по шести показателям. Это растворённый кислород, биохимическое потребление кислорода (БПК₅), водородный показатель (рН), нитритный азот, фосфатный фосфор и общее железо (табл. 3).

Таблица 2

Физико-химические характеристики исследованных водотоков (май – июль 2013 г.)

Загрязняющие вещества, мг/дм ³	ПДК _{р.х.}	Реки			
		Судость	Рожок	Семчанка	Коста
рН	6,5–8,5	6,2	8,2	7,4	7,2
O ₂ , мг/дм ³	не менее 4 мг O ₂ /дм ³	7,9	8,0	8,3	8,5
БПК ₅	1,9–2,0	3,0	3,5	4,5	5,1
ХПК	15	21,6	42,2	51,5	22,3
N/NO ₂ ⁻	0,02	0,09	0,08	0,09	0,09
PO ₄ ³⁻	0,05–0,2	0,3	0,4	0,6	0,35
Fe _{общ.}	0,1	0,15	0,15	0,2	0,13

Таблица 3

Оценка качества исследованных водотоков по ИЗВ (май – июль 2013 г.)

Река	ИЗВ	Тип воды	Класс качества
Судость	1,6	умеренно-загрязнённые	III
Рожок	1,8	умеренно-загрязнённые	III
Семчанка	2,1	загрязнённые	IV
Коста	1,4	умеренно-загрязнённые	III

Примечание: ОВ – органические вещества.

Таблица 4

Таксономический состав исследованных водотоков (май – июль 2013 г.)

Таксон	Реки				Суммарное число видов
	Судость	Рожок	Семчанка	Коста	
Mollusca	5	5	4	5	8
Oligochaeta	2	6	5	4	8
Crustacea	1	1	–	1	2
Plecoptera	–	–	–	1	1
Ephemeroptera	3	4	1	4	7
Trichoptera	1	3	1	1	4
Odonata	3	2	5	2	8
Heteroptera	3	3	–	2	4
Hirudinea	–	1	1	–	2
Coleoptera	2	–	1	1	2
Chironomidae	17	4	7	12	26
Всего: 72	37	28	24	33	72

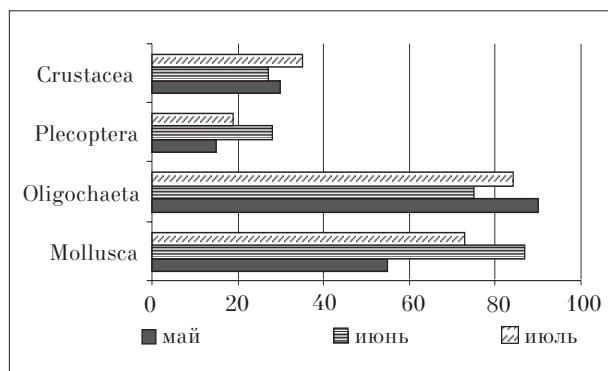


Рис. 2. Частота встречаемости основных групп макрозообентоса исследованных рек (май – июль 2013 г.)

Таксономический состав макрозообентоса. В составе макрозообентоса исследованных рек было зарегистрировано 72 вида и таксона рангом выше вида.

Наибольшее таксономическое богатство характерно для двукрылых – 26 видов и форм, представленных личинками хирономид. Моллюски, олигохеты и стрекозы представлены 8 видами, подёнки – 7 видами, 4 вида – ручейников и клопов, по 2 вида ракообразных, пиявок и жуков и 1 вид веснянок. Наибольшее число видов характерно для реки Судость, где было найдено 37 видов (табл. 4).

Причём хирономиды здесь широко представлены. Выявлено 17 видов и форм личинок хирономид, среди которых встречены реофильные виды, предпочитающие чистые водотоки.

Это *Diamesa insignipes* и *Prodiamesa olivacea*. В реке Коста также личинки хирономид довольно многочисленны и представлены 12 видами.

Некоторые организмы были зарегистрированы практически повсеместно. Среди моллюсков – это *Sphaerium corneum* и *Lymnaea stagnalis*. Частота встречаемости 87% (рис. 2).

Олигохеты представлены эврибионтами *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Lumbriculus variegatus*, которые массово встречены в реках Судость, Семчанка и Коста. Доля их составляет до 90%.

Веснянки, предпочитающие чистые водотоки, были выявлены только в реке Коста

и представлены лишь 1 видом *Leuctra fusca* с частотой встречаемости 28%. Ракообразные немногочисленны (35%) (рис. 2). Отдельные виды были специфичны только для одного определённого водотока. Например, стрекозы *Aeschna viridis* и *Stylurus flavipes* были найдены в реке Семчанка. А охраняемый вид *Anax imperator* был отмечен только в водах реки Рожок. Среди пиявок крупный экземпляр *Hirudo medicinalis* встречался лишь в реке Семчанка. Жуки *Hydrobius fuscipes* и хирономиды *Diamesa sp.* и *Diamesa insignipes* выявлены лишь в реке Судость. Наибольшее число видов, отмеченное для реки Судость, по-видимому, объясняется обогащением реки биогенными элементами, привносимыми притоками.

Структурные показатели донных сообществ. Максимальная численность донных организмов за период исследований была отмечена в реке Судость и составила 934 экз./м², минимальная – в реке Коста 674 экз./м² (табл. 5).

По биомассе лидирующее положение занимает также река Судость. Значение биомассы достигает 1,01 г/м², тогда как минимальное значение биомассы было зафиксировано для реки Семчанка, значение которой составило 0,74 г/м² (табл. 5).

На всех четырёх водотоках по численности лидируют личинки хирономид, а по биомассе в реках Судость, Рожок и Коста преобладают моллюски (рис. 3 А, Б).

В реке Семчанка основную биомассу составляют олигохеты, тогда как доля моллюсков не велика и составляет всего 0,17 г/м² (рис. 3Б). Поэтому суммарная биомасса ниже, чем в других исследованных водотоках.

Качество вод. Для оценки экологического состояния исследуемых водотоков был проведён анализ различных индексов (метрик), широко используемых для оценки качества вод и экологического состояния водных объектов Европейской части России [31].

Качество вод исследованных водотоков согласно индексу Пареле соответствует III классу вод «загрязнённая» (табл. 6).

Таблица 5
Количественные показатели макрозообентоса исследованных рек (май – июль 2013 г.)

Показатели	Реки			
	Судость	Рожок	Семчанка	Коста
Численность, тыс. экз./м ²	<u>9,34</u>	<u>6,91</u>	<u>6,77</u>	<u>6,74</u>
	0,16–5,78	0,27–2,51	0–1,86	0,24–2,12
Биомасса, г/м ²	<u>1,01</u>	<u>1,23</u>	<u>0,74</u>	<u>0,93</u>
	0,01–0,5	0,02–0,7	0,01–0,23	0,009–0,2

Примечание: над чертой – общая численность и общая биомасса, под чертой – минимальное и максимальное значения.

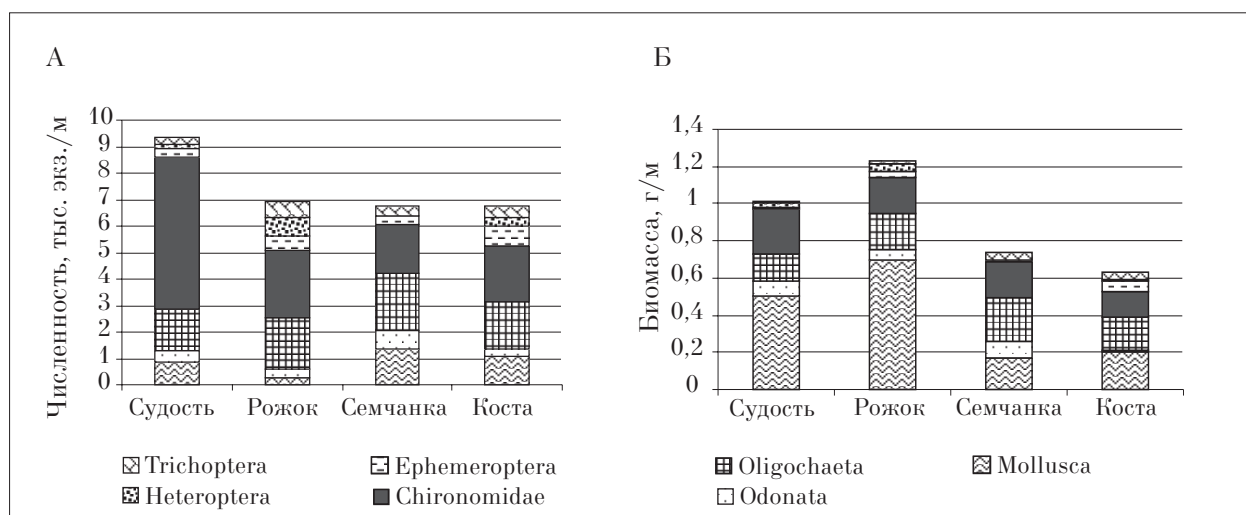


Рис. 3. Распределение численности (А) и биомассы (Б) таксономических групп макрозообентоса на исследуемых реках (май – июль 2013 г.)

Таблица 6

Основные гидробиологические показатели, определяющие качество вод (май – июль 2013 г.)

Река	D		BI		H		K _{ch}		ИИЭС	
Судость	0,71±0,2	III	6	II	2,1±0,2	III	2,3±0,7	II	2,9±0,05	зона относительного экологического благополучия
Рожок	0,55±0,5	III	6	III	1,6±0,1	III	3,5±0,2	II	2,4±0,1	зона экологического кризиса
Семчанка	0,72±0,9	III	5	III	1,3±0,8	III	4,1±0,8	II	2,5±0,05	зона экологического кризиса
Коста	0,65±0,4	III	6	III	1,8±0,4	III	1,9±0,14	II	2,7±0,2	зона относительного экологического благополучия

Примечание. Классы качества вод: I – очень чистые, II – чистые; III – загрязнённые, IV – грязные; D – индекс Пареле, BI – биотический индекс Вудивисса, H – индекс видового разнообразия Шеннона (бит/экз.), K_{ch} – хирономидный индекс Балушкиной, ИИЭС – интегральный индекс экологического состояния водных экосистем.

Биотический индекс Вудивисса имел невысокое значение на протяжении всего периода исследований и не поднимался выше 6, что позволяет отнести данные водотоки по этому индексу к III классу «загрязнённая».

Показатель хирономидного индекса Балушкиной на всех реках не опускался ниже 1,9 и соответствовал II классу качества, согласно этому индексу вода – «умеренно-загрязнённая».

Показатель индекса Шеннона имел довольно низкие значения и изменялся в пределах от 1,3 (р. Семчанка) до 2,1 (р. Судость), что характеризовало воду исследуемых рек, как «загрязнённая» (III класс качества).

Используемый нами интегральный индекс экологического состояния (ИИЭС), впервые предложенный ранее для равнинных малых и средних рек Волжского бассейна [32], модифицирован нами с применением региональных загрязняющих ингредиентов и их пара-

метров. Были рассчитаны числовые значения данного показателя для исследуемых водотоков, которые варьировали в пределах от 2,4 до 2,9 (табл. 6). Согласно данным значениям исследованные реки были отнесены к зоне экологического кризиса.

Заключение

В результате проведённого комплексного анализа исследованных лотических экосистем, имеющих сходный характер воздействия природных и антропогенных факторов, было установлено, что основными загрязняющими веществами данных водотоков являются органические вещества (по уровню БПК₅ и ХПК), нитритный азот, фосфатный фосфор и общее железо, которые, несомненно, оказывают влияние на формирование сообществ макрозообентоса.

Таксономический состав бентосных организмов за период исследований был невысоким и составил 72 вида и формы рангом выше вида, максимальное количество видов из которых составили двукрылые, представленные личинками хирономид. Ручейники, веснянки и ракообразные, предпочитающие чистые проточные водотоки, были немногочисленны. Индекс видового разнообразия (Шеннона) имел также невысокое значение, максимальное у реки Судость 2,1 экз./бит, и соответствовал III классу качества вод.

Показатели численности и биомассы имели невысокое значение. Наибольшее значение данных показателей отмечено для реки Судость – 934 экз./м² и 1,01 г/м² соответственно.

Что касается качества вод исследованных водных объектов, то, как по гидрохимическому показателю качества вод (ИЗВ), так и по гидробиологическим индексам исследованные реки отнесены к III классу качества – «загрязнённые».

Следует отметить, что выявленный класс качества вод исследованных водотоков объясняется прежде всего повышенным содержанием органических веществ и биогенных элементов. Однако это не связано с деятельностью ОУХО, а объясняется попаданием данных загрязняющих веществ в водные экосистемы с водосборной территории (сельскохозяйственные, хозяйственно-бытовые стоки, а также выпас скота). Кроме того, бытовой мусор, присутствующий в реках, стимулирует аккумуляцию наносов и изменение русла. Все эти факторы перекрывают по своей силе действие естественных природных сил по самовосстановлению водной экосистемы реки.

Литература

1. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Екатеринбург: Виктор, 1994. 320 с.
2. Винберг Г.Г., Алимов А.Ф., Балущкина Е.В. Опыт применения разных систем биологической индикации загрязнённых вод // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям: Тр. сов.-англ. семинара. СПб.: Гидрометеоздат, 1977. С. 124–131.
3. Экологическое состояние бассейна р. Чапаевка в условиях антропогенного воздействия (Биологическая индикация). Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 3. / Под ред. Т.Д. Зинченко и Г.С. Розенберга. Тольятти.: ИЭВБ РАН, 1997. 337 с.
4. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоёмов (обзор) // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–82.
5. Балущкина Е.В. Структура сообществ донных животных и оценка экологического состояния р. Ижоры по структурным характеристикам донных животных в разные годы // Биология внутренних вод. 2002. № 4. С. 61–68.
6. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: Орех, 2004. 125 с.
7. Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. М.: Наука, 2007. 403 с.
8. Финогенова Н.П., Алимов А.Ф. Оценка степени загрязнения вод по составу донных беспозвоночных // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: Гидрометеоздат, 1976. С. 121.
9. Голубков С.М. Влияние антропогенных факторов внешней среды на структурно-функциональную организацию речных экосистем // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы.: Тез. докл. Междунар. науч. конф. Тольятти. 2001. С. 60.
10. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 318 с.
11. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: Наука, 1975. 240 с.
12. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Л.: Гидрометеоздат, 1977. 512 с.
13. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые / Под общ. ред. С.Я. Цалолихина. СПб.: ЗИН РАН, 1997. 439 с.
14. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые / Под общ. ред. С.Я. Цалолихина. СПб.: ЗИН РАН, 1999. 998 с.
15. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые / Под общ. ред. С.Я. Цалолихина. СПб.: Наука, 2001. 836 с.
16. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука, 2004. 528 с.
17. Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Orthocladinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, 1970. 344 с.
18. Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanipodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, 1977. 154 с.
19. Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, 1983. 296 с.
20. Cranston P.S. A key to larvae of the british // Freshwater biological association scientific publication. 1982. № 45. 152 p.
21. Hirvenoja M. Revision der Gattung Cricotopus var Wulp und ihrer Verwandten (Diptera, Chironomidae) // Ann. Zool. Fennici. 1973. V. 10. № 1. 363 p.

22. Wiederholm T. (Ed.) Chironomidae of Holarctic region: Keys and diagnoses. Part 1. Larvae // *Entomol. Scand.* 1983. Suppl. 19. P. 19–457.
23. Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. – Urbana. Univ of Illinois. Press. 1949. 117 p.
24. Woodiwiss F. S. *Chemistry and Industry.* 1964. V. 49. № 3. P. 417–454.
25. Балужкина Е.В. Хирономиды как индикаторы степени загрязнения воды // *Методы биологического анализа пресных вод.* Л.: Гидрометеоздат, 1976. С. 106–118.
26. Зинченко Т.Д., Выхристюк Л.А., Шитиков В.К. Методологический подход к оценке экологического состояния речных систем по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // *Известия СНЦ РАН.* 2000. Т. 2. № 2. С. 233–243.
27. Савченко П.С., Дятловицкая Ф.Г., Ярошенко В.А. Методы химического и микробиологического анализа воды. Киев: Госмедиздат УССР, 1961. 355 с.
28. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоздат, 1970. 444 с.
29. Самарина В.П. Пространственно-временная изменчивость биогенных веществ в воде р. Оскол // *Водные ресурсы.* 2008. Т. 35. № 3. С. 364–369.
30. Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна / Под ред. Г.С. Розенберга, Т.Д. Зинченко. Тольятти: Кассандра, 2011. 322 с.
31. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: Изд-во Самар. НЦ РАН, 2003. 463 с.
32. Гелашвили Д.Б., Зинченко Т.Д., Выхристюк Л.А., Карандашова А.А. Интегральная оценка экологического состояния водных объектов по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // *Изв. Самар. НЦ РАН.* Т. 4. № 2. 2002. С. 270–279.