ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2025, том 9, № 4, с. 63-104

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ, ПОДДЕРЖАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 502.175

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ МАЛОЙ РЕКИ ХОДЦА В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ

© 2025 г. С.П. Замана*, В.М. Зубкова, Ж.С. Макаханюк***

**Государственный университет по землеустройству*
Россия, 105064, Москва, ул. Казакова, д. 15. E-mail: svetlana.zamana@gmail.com
***Российский государственный социальный университет*
Россия, 129226, Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4, стр. 1

Поступила в редакцию 10.10.2025. После доработки 10.11.2025. Принята к публикации 01.12.2025.

В настоящее время малые реки испытывают сильное техногенное воздействие, особенно в регионах с большим количеством промышленных предприятий и высокой плотностью населения. Негативные изменения претерпевают как абиотические, так и биотические компоненты рек. Поэтому геоэкологическая оценка компонентов водной экосистемы малой реки Ходца в Московской области (исток – г. Электросталь, устье – г. Павловский Посад) является актуальной задачей. При проведении исследований решались следующие вопросы: определение загрязняющих веществ в воде, снеге, береговом грунте, донных отложениях, высшей водной растительности, рыбе; оценка биоиндикаторов, биопродуктивности высшей водной растительности и зон экологического риска на разных участках реки.

В основу работы положены материалы как полевых исследований, проведенных с 2017 по 2023 годы на различных участках реки, так и лабораторных. Общая методика работ включала отбор проб воды, снега, берегового грунта, донных отложений и растений в 3 местах: исток, промежуточная точка, устье. Для анализа проб использовали общепринятые методики, внесенные в Реестр количественного химического анализа. В настоящее время в основном на риск ухудшения экологической ситуации экосистемы количественно указывает уровень превышения содержания загрязняющего вещества над установленным для этого вещества нормативом (ПДК, МДУ и т.д.) в конкретном компоненте экосистемы, однако при решении экологических проблем, связанных с химическим загрязнением, важно учитывать реакцию живых организмов на загрязнение с помощью биоиндикации и биотестирования. Поскольку в водной экосистеме абиотические компоненты (вода, донные отложения, береговой грунт) определяют важнейшие процессы, от которых зависит функционирование биотических компонентов, т.е. всех живых организмов, то мы применили экосистемный подход, основанный на комплексном количественном исследовании миграции приоритетных токсичных химических элементов во всех звеньях биогеохимической пищевой цепи водной экосистемы р. Ходца.

В результате исследований выявлены закономерности миграции тяжелых металлов в системе «вода – донные отложения – береговой грунт – растения – рыбы». В воде в разных местах опробования по течению реки среди загрязняющих веществ преобладали железо, кадмий, свинец, аммонийный азот и нефтепродукты. По сравнению с береговым грунтом донные отложения в значительно большей степени были загрязнены тяжелыми металлами в истоке и в промежуточной точке. Выявлена изменчивость в пространстве содержания тяжелых металлов в растениях осоки водяной (*Carex aquatilis*) в зависимости от их содержания в воде и донных отложениях, причем наблюдался акропетальный характер их распределения в растениях: корни накапливали

Cd в 7-24, Pb в 2-4, Fe в 112-251 раз больше, чем побеги. Поэтому для установления загрязнения водной экосистемы реки тяжелыми металлами мы рекомендуем использовать в качестве биоиндикатора осоку водяную (особенно ее корни), которая также может применяться для фиторемедиации малых рек. Биологическая продуктивность высшей водной растительности увеличивалась по мере продвижения от истока к устью р. Ходца.

Выявлен сложный характер накопления тяжелых металлов в мышечной ткани исследуемых видов рыб – ротана и плотвы. В ходе комплексной оценки загрязнения абиотических и биотических компонентов экосистемы проведено зонирование реки по преобладающим химическим загрязнителям (тяжелым металлам, нефтепродуктам, аммонийному азоту). Выявлены зоны повышенного экологического риска в истоке и промежуточной точке, что указывает на значительный вклад в загрязнение коммунальных и промышленных стоков г. Электросталь. Однако проведенный позже, в 2023 г., мониторинг берегового грунта реки с применением тест-объекта салата-латука показал, что в промежуточной точке содержание тяжелых металлов было больше, чем в истоке, что объясняется очень значительным уменьшением поступления загрязнителей от предприятий г. Электросталь. Поэтому для наиболее быстрой и малозатратной оценки загрязнения реки тяжелыми металлами при мониторинге следует применять фитотоксичность берегового грунта с использованием тест-объекта салата-латука.

Ключевые слова: экосистемный подход, вода, донные отложения, береговой грунт, осока водяная, рыбы, тяжелые металлы, биоиндикаторы, фитотоксичность, зонирование реки.

DOI: 10.24412/2542-2006-2025-4-63-104

EDN: CYWCLE