

УДК 556

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕКИ КЕРЖЕНЕЦ

Сустретова Наталья Владимировна¹, доцент, к.т.н., доцент кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов
e-mail: kaf_gtkebs@vsuwt.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Экспедиционные данные по гидролого-морфологическим, гидрофизическим и гидрохимическим характеристикам р. Керженец с использованием многопараметрических зондов и лабораторных исследований.

Ключевые слова: малые реки, гидроэкологические характеристики, качество воды, река Керженец, многопараметрические зонды.

MONITORING OF THE ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE KERZHENETS RIVER

Natalia V. Sustretova¹, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Hydrodynamics, Ship Theory and Environmental Safety of Ships
e-mail: kaf_gtkebs@vsuwt.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. Expedition data on the hydrological, morphological, hydrophysical, and hydrochemical characteristics of the Kerzhenets River using multiparameter probes and laboratory studies.

Keywords: small rivers, hydroecological characteristics, water quality, Kerzhenets River, multiparametric probes.

Важным компонентом природных и антропогенных экосистем, оказывающим значительное влияние на их структуру, функционирование и значимость, являются малые реки. Поддержание экологического баланса, формирование водного режима занимаемой территории, наполнение более крупных водных объектов, а также хозяйственное и культурно бытовое значение, все это формирует явную значимость малых рек [1].

Подчеркивая экологическое значение малых рек следует отметить, что малые реки определяют водность, качество и режим более крупных рек, создают условия для сохранения биоразнообразия как в самой реке, так и по ее берегам, поддерживают равновесие абиотических факторов (увлажняют сухой воздух, стабилизируют температуру и ультрафиолетовое излучение и др.), а также способствуют самоочищению водоема и распределению влаги и загрязняющих веществ в ландшафтах.

Изучая гидрологическую и гидрохимическую характеристику Волги состоянию малых рек необходимо уделять самое пристальное внимание. Так, в рамках экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна» в 2023 году одним из направлений исследований являлось наблюдение за гидроэкологическими характеристиками малых рек верхне-волжского бассейна, а именно, р. Керженец в его устье. Полученные данные были внесены в сформированную базу многолетних наблюдений за этим значимым для нашего региона водным объектом [2-4].

Экологическому состоянию р. Керженец много лет уделяется пристальное внимание, так как пойма реки занимает значительные площади в Нижегородской области, обладает динамичным пойменно-русловым комплексом, с запада является границей Керженского заповедника и является ареалом обитания многих краснокнижных животных и птиц. Кроме того, правобережная, не заповедная часть реки подвергается значительной антропогенной нагрузке: замусоривание, эрозия пойменных участков, вытаптывание и уплотнение травяного покрова колесами тяжелых машин, образование кострищ после стоянок многочисленных туристов.

В результате рекреационная нагрузка возрастает и ведет к изменению состава вод.

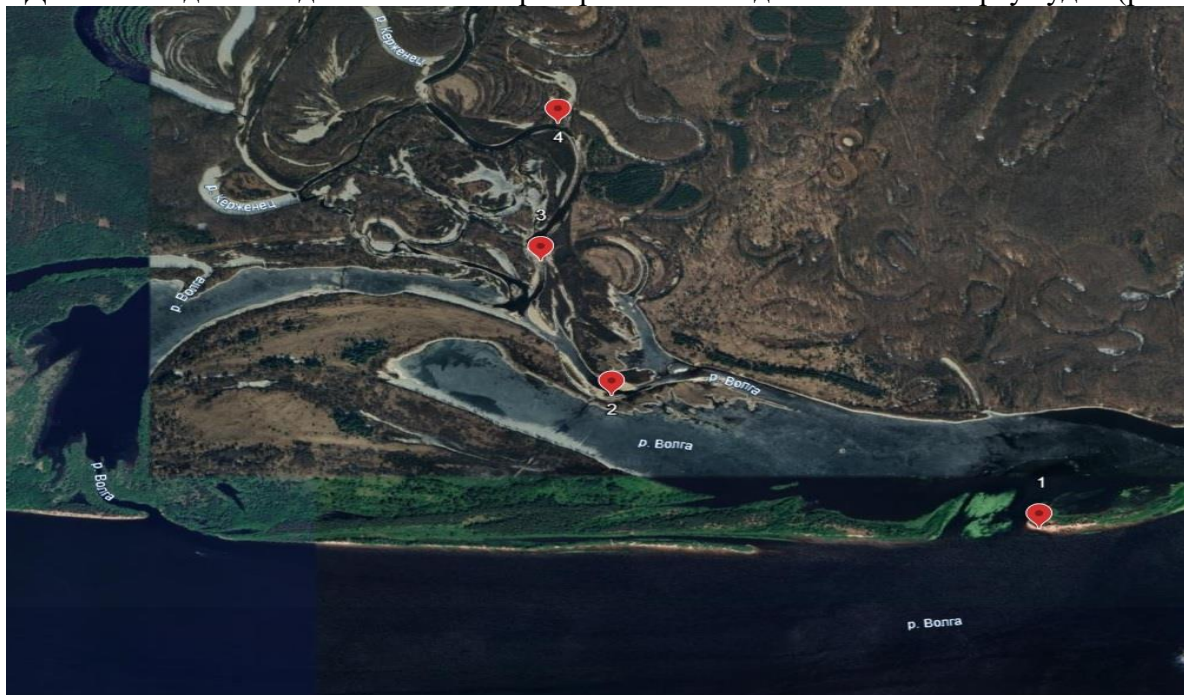
Мониторинг базировался на методах физико-химического анализа в плавучей лаборатории непосредственно на месте отбора проб с использованием многопараметрических зондов с автоматическим измерением ряда параметров.

Многофункциональный зонд Aqua TROLL 500 имеет набор сменных датчиков, обеспечивающих беспроводной сбор данных. В зонде применялись сменные датчики для измерения различных гидроэкологических показателей: температуры воды и воздуха, глубины, давления, плотности, растворенного кислорода, pH, удельной и фактической электропроводности, ОВП и др. Данный тип зонда прекрасно синхронизирует полученные данные с другими типами зондов [5].

Зондирование выполнялось 2 августа 2023 года в 4 точках в акватории устья р. Керженец.

Целью работы было охарактеризовать качество воды. Пробы, отбирались дважды по всей глубине водного столба. Географические координаты в универсальной системе координат выбранных точек представлены на рисунке 1.

Данные зонда были дополнены лабораторными исследованиями на борту судна (рис. 2).



Точки	Координаты		Описание
	широта	долгота	
1	56° 4' 40.97"	44° 59' 44.87"	2км от устья р.Керженец-левобережье р.Волги
2	56° 5' 4.92"	44° 58' 4.22"	Устье р.Керженец
3	56° 5' 29.17"	44° 57' 47.53"	На 1км выше по течению от устья р. Керженец
4	56° 5' 53.96"	44° 57' 51.60"	На 2км выше по течению р.Керженец; в 2км от п. Валки

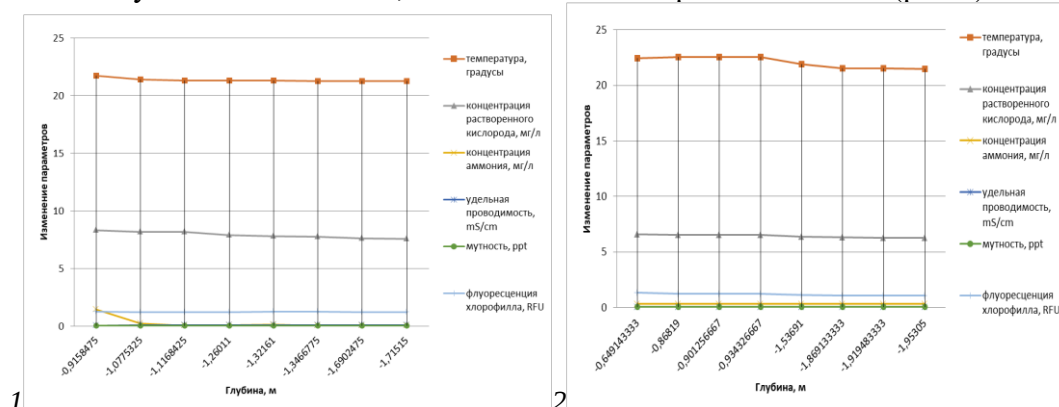
Рисунок 1 – Точки отбора проб в р. Керженец 2 августа 2023 г.

Глубина (м)	Аммоний (NH ₄ ⁺ - N) (мг/л)	Удельная проводимость (mS/cm)	Соленость (PSU)	Температура (°C)	Плотность (g/cm ³)	Мутность (ppt)	Флуоресценция хлорофилла (RFU)	Общее количество взвешенных веществ (минерализация) (мг/л)	Концентрация растворенного кислорода (мг/л)	Нитрат (NO ₃ -N) (мг/л)	pH
0,5-2	0,099-1,4749	0,08-0,42	0,049-0,2	22,6-21,3	0,9968	0,02-0,27	1,06-2,04	1,3-12,86	6,25-7,67	10,18-12,89	6,36-8,34

Рисунок 2 – Данные лабораторных исследований воды р. Керженец 2 августа 2023 г.

В ходе экспедиционных исследований были определены следующие параметры, характеризующие качество воды: гидролого-морфометрические (глубина), гидрофизические (температура воды, pH, удельная проводимость), гидрохимические (соленость, концентрация аммиака, нитратов, концентрация растворенного кислорода), гидробиологические (флуоресценция хлорофилла), а также органолептические показатели (мутность, взвешенные вещества).

Полученные зависимости неоднородны и представляют большой материал для исследования. На рисунке 3 представлены изменения параметров взятых зондом в четырех точках и, может показаться, что значения одинаковы, но особенные отличия были выявлены между точками 1-2 и 3-4, а также по концентрации аммония (рис.4).



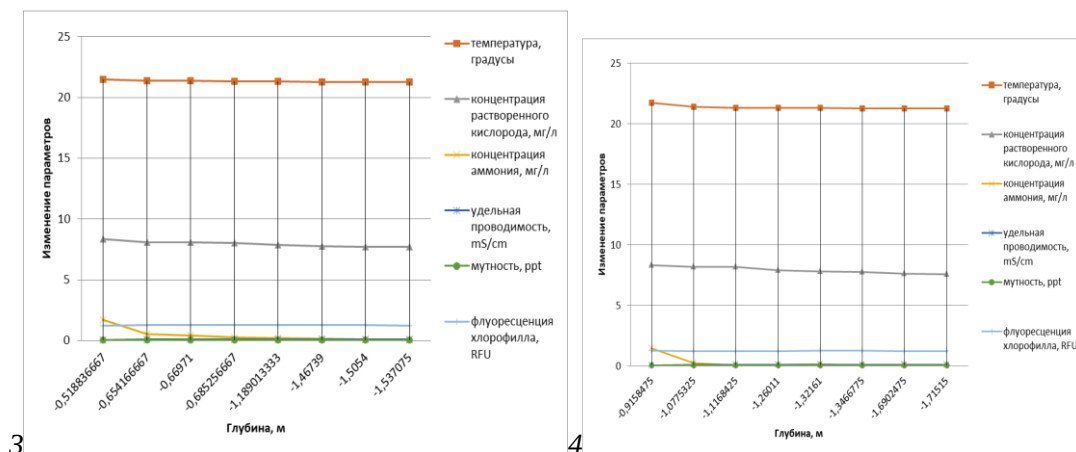


Рисунок 3 – Изменение параметров по глубине в точках 1 – 4: мутность (мг/л), концентрация растворенного кислорода (мг/л), удельная проводимость (mS/sm), засоленность (PSU), мутность (ppt), флуоресценция хлорофилла (RFU), температура (°C)

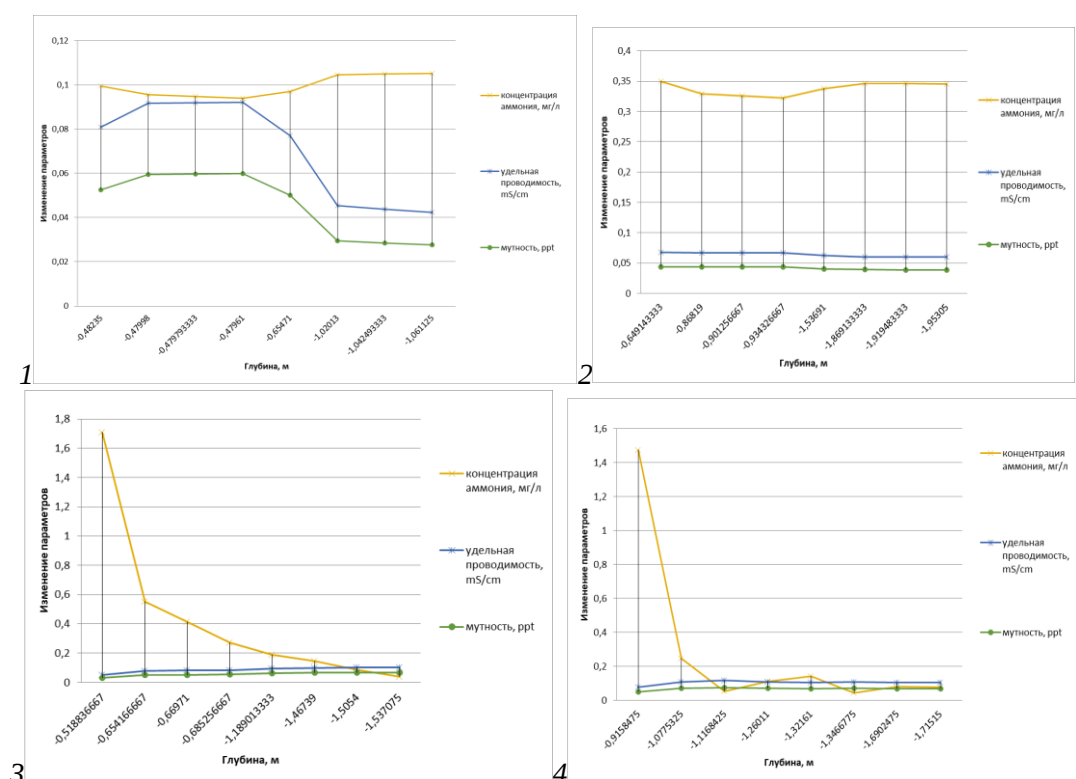


Рисунок 4 – Изменение параметров по глубине в точках 1 – 4: концентрация аммония (мг/л), удельная проводимость (mS/sm), мутность (ppt)

Учитывая данные лабораторных исследований и показаний зонда отмечается очевидное снижение температуры с глубиной, на один градус (с 0,5 м до 2 м). При этом корреляции с показателем флуоресценция хлорофилла не наблюдается. Из-за небольшой глубины водоема на рост и развитие водных организмов будут влиять и другие факторы.

Как и для большинства природных вод прослеживается линейная зависимость между концентрацией растворенных солей и электропроводностью. Показатель взвешенные вещества (минерализация) менее 12,86 мг/л, мутность 0,02-0,27ppt (20-270мг/л), засоленность (соленость) менее 0,2 PSU (менее 0,2‰=200мг/л), удельная проводимость менее 0,42 mS/sm (менее 420μS/cm). Таким образом, все показатели соответствуют пресной воде; плотность соответствует нормальным значениям один грамм на см³ (в летнее время чуть снижается отсюда 0,9968).

Для вод р. Керженец характерна высокая мутность и цветность вод (до 164 градусов цветности), что отмечается и другими авторами и жителями [2, 3] и зависит от пород составляющих русло и берега реки.

Значения pH говорит о преобладании в пробах нейтральной, реже слабокислой или слабощелочной реакции среды (6,36-8,34). Для нормального роста и развития большинства видов рыб наилучшей считается нейтральная или слабощелочная среда, недаром р. Керженец населяют более восемнадцати видов рыб и река издревле считается любимым местом любителей рыбной ловли.

Показатель флуоресценция хлорофилла (показатель интенсивности фотосинтеза у высших растений и водорослей) фиксировался по результатам наблюдений 1,06-2,04 RFU, что соответствует значениям в р. Волге [5] и подтверждается данными зонда и наибольшее значение зафиксировано только в точке 1 и значительно снижается по мере удаления от устья. Обратная зависимость у показателя концентрации растворенного кислорода: наименьшие значения в точке 1 (6,25 мг/л) и увеличение концентрации в других точках до 7,67-8,3мг/л), что, однако, характеризует реку как водоем с низкими значениями растворенного кислорода (например, в той же Волге фиксируются значения 10-14мг/л).

Концентрация аммония составила значения близкие к допустимым для природного водного объекта 0,099-1,4749мг/л (ПДК=1,5мг/л для пресных водоемов и для водоемов рыбохозяйственного назначения менее 0,08 мг/л). Причем, концентрация возрастает от точки 1 к точке 4. Показатель характеризует санитарное состояние водоема и возможные источники загрязнения. Точка максимальной концентрации регистрируется в двух километрах от поселка Валки, где есть предприятие по разведению крупного рогатого скота и производства сырого молока. Возможны и другие источники.

Концентрация нитратов зафиксирована в лабораторных условиях 10,18-12,89мг/л, что превышает незначительно ПДК=10мг/л для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

В целом, по результатам наблюдений в летний период р.Керженец обладает нейтральной реакцией, достаточно высоким уровнем цветности и мутности, а также низкой степенью минерализации и содержанием растворенного кислорода и близкими к превышению ПДК значениями аммония и нитратов в отдельных точках.

Содержание прочих экотоксикантов (тяжелые металлы, содержание железа, жесткость и нефтепродукты) планируется ввести в систему наблюдений в будущем.

Список литературы:

1. Жуков, И. А. К вопросу об аномальности водного режима малых рек (на примере малых рек бассейна Волги) / И. А. Жуков, Д. Н. Айбулатов // Материалы I Белорусского географического конгресса : Материалы конгресса к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества. В 7-ми частях, Минск, 08–13 апреля 2024 года. Часть 1. Современные проблемы гидрометеорологии. – Минск: Белорусский государственный университет, 2024. – С. 199-204. – EDN OCYCHC.
2. Баянов, Н.Г. Межсезонная динамика гидролого-гидрохимических показателей реки Керженец и ее стариц / Н. Г. Баянов, Т. В. Кривдина // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2013. – № 2. – С. 52-67. – EDN PZFPNB.
3. Козлов А.В., Кораблева О.В., Акафьева Д.В., Воронцова А.А. Рекогносцировочная оценка геоэкологического состояния речной воды и почвенного покрова туристических троп в условиях керженской территории // Успехи современного естествознания. 2018. № 11-2. С. 348-354; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36951> (дата обращения: 18.06.2026).



4. Терешина Мария Алексеевна, Ефимова Людмила Евгеньевна, Ерина Оксана Николаевна, Вилимович Елена Анатольевна, Ефимов Василий Антонович, Соколов Дмитрий Игоревич Соотношение различных форм фосфора в воде озер Керженского заповедника // Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnoshenie-razlichnyh-form-fosfora-v-vode-ozer-kerzhenskogo-zapovednika> (дата обращения: 18.06.2026).

5. Синхронизация работы многопараметрических зондов и обработка данных экспедиционных исследований / Н. В. Сустретова, Е. Ю. Чебан, С. А. Дикова, И. И. Шичавин // Транспорт. Горизонты развития : Труды 3-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 14–16 июня 2023 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2023. – С. 56. – EDN IKQLEM.

