

УДК 556

## АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2023 ГОДУ

Сустретова Наталья Владимировна<sup>1</sup>, доцент, кандидат технических наук

e-mail: [kaf\\_gtkebs@vsuwt.ru](mailto:kaf_gtkebs@vsuwt.ru)

Чебан Егор Юрьевич<sup>1</sup>, профессор, доктор технических наук

e-mail: [kaf\\_gtkebs@vsuwt.ru](mailto:kaf_gtkebs@vsuwt.ru)

<sup>1</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

**Аннотация.** Приведены результаты экспедиционных исследований гидролого-морфологических, гидрофизических и гидрохимических характеристик Горьковского водохранилища в 2023 году с использованием многопараметрических зондов. Исследованы точки по сечениям озерной части Горьковского водохранилища от г. Юрьеvec до плотины Нижегородской ГЭС. Получены распределения гидрохимических параметров (хлорофилл А, электропроводность, взвешенные вещества, температура и т.д.) по глубине.

**Ключевые слова:** гидроэкологические характеристики, качество воды, Горьковское водохранилище, многопараметрические зонды.

## ANALYSIS OF DATA FROM THE EXPEDITION STUDIES OF THE GORKY RESERVOIR IN 2023

Sustretova Natalia Vladimirovna<sup>1</sup>, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

e-mail: [kaf\\_gtkebs@vsuwt.ru](mailto:kaf_gtkebs@vsuwt.ru)

Cheban Egor Yurievich<sup>1</sup>, Professor, Doctor of Technical Sciences

e-mail: [kaf\\_gtkebs@vsuwt.ru](mailto:kaf_gtkebs@vsuwt.ru)

<sup>1</sup> Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** The results of experimental studies of the hydrological-morphological, hydrophysical and hydrochemical characteristics of the Gorky reservoir in 2023 using multiparameter probes are presented. The points along the sections of the lake part of the Gorky reservoir from Yuryevets to the Nizhny Novgorod hydroelectric dam were studied. The distributions of hydrochemical parameters (chlorophyll A, electrical conductivity, suspended solids, temperature, etc.) by depth are obtained.

**Keywords:** hydroecological characteristics, water quality, Gorky reservoir, multiparametric probes.

Вода является незаменимым ресурсом на нашей планете, поэтому накопление гидрологической информации имеет особое значение.

Систематические наблюдения за водным объектом позволяют не только накапливать знания, но и дают возможность увидеть динамику функционирования, его индивидуальные особенности и роль в процессе рационального использования водных ресурсов.

Гидрологическая информация с набором численных характеристик водных систем составляет систему поддержки для принятия решений для устойчивого развития водного хозяйства и преследует следующие цели:

- оценка национальных водных ресурсов (количество, распределение во времени и пространстве, потенциал развития, возможность использования для удовлетворения настоящих или будущих потребностей);
- эксплуатация водохозяйственных объектов;
- оценка существующих подходов и планирование в будущем освоения водных ресурсов;
- обеспечение безопасности населения при наводнениях или засухе;
- использование и распределение воды между пользователями водных ресурсов;
- соответствие нормативам;
- оценка самоочищающей способности водоема;
- научный интерес к принципам функционирования природных водных экосистем.

Для реализации вышеперечисленных целей необходим широкий диапазон видов данных (статистических, гидрофизических, гидрохимических, метеорологических и др.) [1].

Поэтому необходимо вести наблюдения за водными объектами с применением новых технологий, надежных высокоточных приборов и методик, используя комплексную программу наблюдений с большим числом характеристик и с применением эффективной системы сбора, хранения и обработки полученной информации, а также с привлечением компетентных специалистов.

В рамках экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна» в 2023 году одним из направлений исследований являлось наблюдение за гидроэкологическими характеристиками Горьковского водохранилища. Полученные данные были внесены в сформированную базу многолетних наблюдений за этим значимым для нашего региона водным объектом [2,3].

Мониторинг Горьковского водохранилища базируется 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. Конструктивно зонд состоит из электронного блока, размещенного в герметичном корпусе и пристыкованных к нему сенсоров, аппаратный интерфейс, предназначенный для настройки, калибровки и получения показаний приборов и копирования данных из памяти устройств на компьютер. В зонде применялись сменные датчики для измерения более десятка 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 [4].

Зондирование выполнялось 3, 4 и 5 августа 2023 года в 25 точках по всей протяженности Горьковского водохранилища.

Целью работы было охарактеризовать качество воды в конкретном месте. Пробы, отбирались дважды по всей глубине водного столба в каждой части водохранилища: Юрьеvec – точки 6, 7 (северная часть Горьковского водохранилища); Сокольское – точки 8,9; Пучеж – точки 4,5 (центральная часть); Чкаловск – точки 2,3 и район Городецкого гидроузла – точки 1,10 (южная часть). Всего 10 точек (рис. 1). Географические координаты в универсальной системе координат выбранных точек представлены в таблице 1.



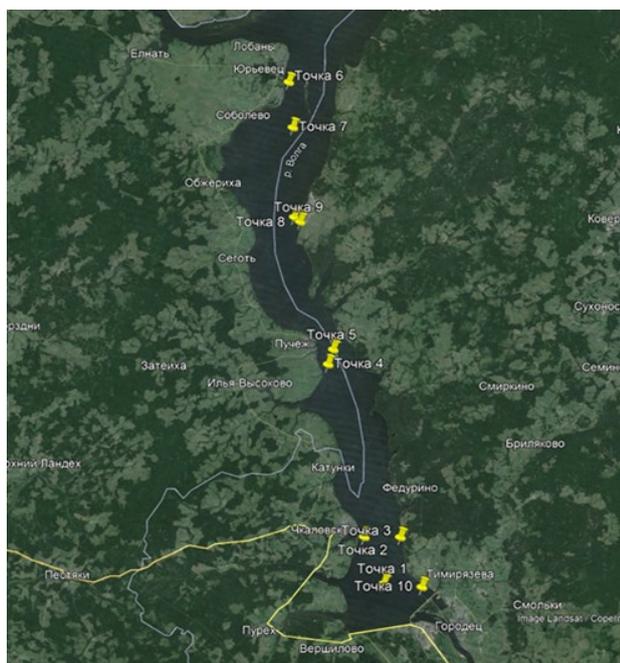


Рисунок 1 – Точки отбора проб в акватории Горьковского водохранилища 3 – 5 августа 2023 г.

Таблица 1

**Географические координаты в универсальной системе координат выбранных точек наблюдения**

<b>Точки</b>	<b>Широта (°)</b>	<b>Долгота (°)</b>
Точка 1	56,6861	43,3154
Точка 2	56,7413	43,2757
Точка 3	56,7405	43,3498
Точка 4	56,9471	43,2016
Точка 5	56,9649	43,2122
Точка 6	57,1197	43,1424
Точка 7	57,2913	43,1168
Точка 8	57,1256	43,1296
Точка 9	57,2354	43,1260
Точка 10	56,6814	43,3932

В каждой точке получены данные по показателям: мутность (мг/л), концентрация растворенного кислорода (мг/л), удельная проводимость (mS/sm), засоленность (соленость) (PSU), взвешенные вещества (минерализация) (ppt), флуоресценция хлорофилла (RFU), температура (°C) в зависимости от глубины (рис. 2) и обобщенные показатели pH, аммиака (мг/л), аммония (мг/л) и нитратов (мг/л).

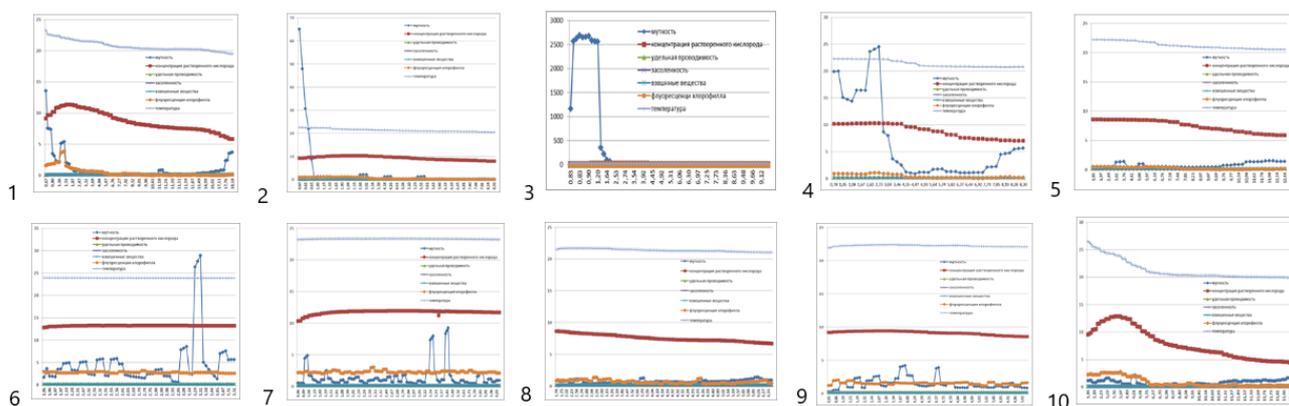


Рисунок 2 – Изменение параметров по глубине в точках 1 – 10: мутность (мг/л), концентрация растворенного кислорода (мг/л), удельная проводимость (mS/cm), засоленность (PSU), взвешенные вещества (ppt), флуоресценция хлорофилла (RFU), температура (°C)

Полученные зависимости неоднородны и представляют большой материал для исследования, а на рисунках 3 – 5 можно увидеть примеры некоторых закономерностей:

- значительных изменений показателей удельная проводимость, засоленность (соленость) и взвешенные вещества (минерализация) – не наблюдалось. Как и для большинства природных вод прослеживается линейная зависимость между концентрацией растворенных солей и электропроводностью. Показатель взвешенные вещества (минерализация) менее 0,15ppt (менее 150мг/л), засоленность (соленость) менее 0,1 PSU (менее 0,1‰=100мг/л), удельная проводимость менее 0,2 mS/cm (менее 200µS/cm). Таким образом, все показатели соответствуют пресной воде (рис. 3);

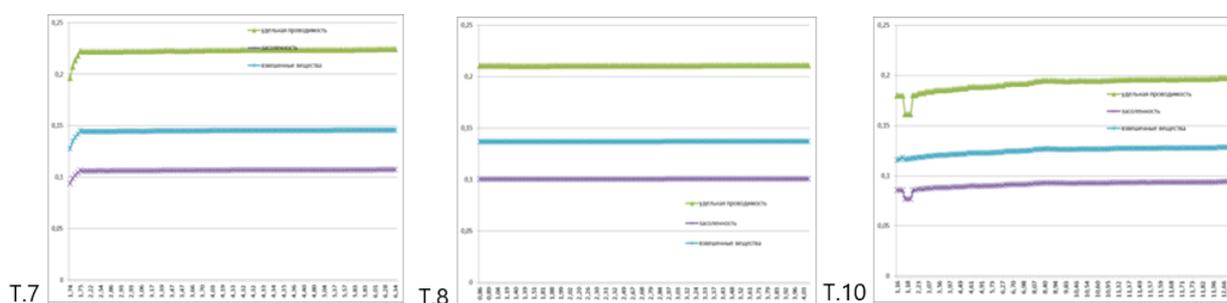


Рисунок 3 – Изменение параметров удельная проводимость (mS/cm), засоленность (PSU), взвешенные вещества (ppt) в точках 7, 8 и 10

- наибольший интерес в силу их значительных вариаций вызывают изменения показателей мутность и флуоресценция хлорофилла (рис. 4). Скорее всего, мутность отражает наличие в воде не только глины, ила, органических частиц, но и большого числа разнообразных организмов, водорослей, планктона и выступает индикатором загрязнения водоема (в некоторых точках превышает значения в 70 и даже 2000мг/л. Мутность оказывает влияние на все виды водопользования и увеличивает затраты на обработку воды (точка 3);

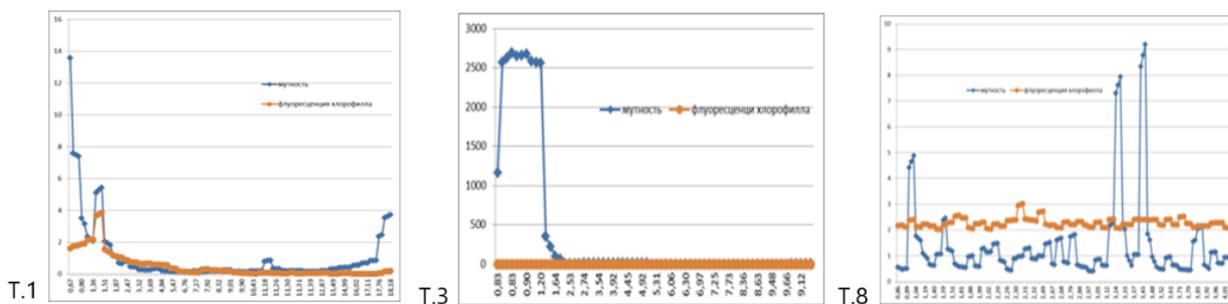


Рисунок 4 – Изменение параметров мутность (мг/л) и флуоресценция хлорофилла (RFU) в точках 1, 3 и 8

- показатель флуоресценция хлорофилла имеет пиковые точки, практически повторяющие максимумы концентрации растворенного кислорода, что подтверждает теорию о том, что значительную часть взвесей составляет фитопланктон и зоопланктон. Пиковые значения фиксируются на глубинах до 2-6 метров (рис. 5);

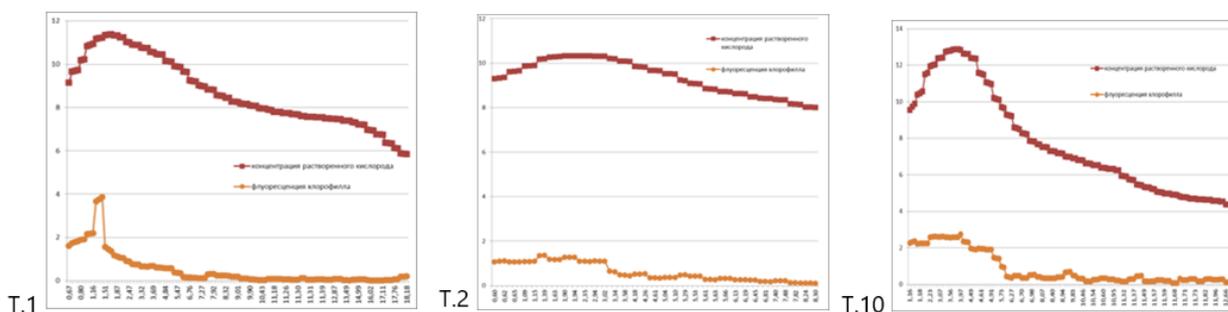


Рисунок 5 – Изменение параметров концентрация растворенного кислорода (мг/л) и флуоресценция хлорофилла (RFU) в точках 1,2 и 10

- значения pH в пределах 8,6 – 9,2, что говорит о преобладании в пробах слабощелочной реакции среды. Для нормального роста и развития большинства видов рыб наилучшей считается нейтральная или слабощелочная среда;
- концентрация аммиака и аммония практически идентичны и составили в пределах допустимых для природного водного объекта значений 0,01 – 0,05 мг/л, что ниже ПДК в водоеме рыбохозяйственного назначения (менее 0,08 мг/л), т. обр. санитарное состояние водоема удовлетворительное;
- показатель флуоресценция хлорофилла (показатель интенсивности фотосинтеза у высших растений и водорослей) фиксировался по результатам наблюдений за 2021 год в р. Волге (район Борского моста) 1 – 1,8 RFU [5], то в Горьковском водохранилище 0,6 – 3,8 RFU.

Выводы:

- В 2023 году выполнена программа по мониторингу акватории Горьковского водохранилища с помощью многофункционального зонда Aqua TROLL 500 в составе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна».
- Необходимо отметить, что за короткий срок собрана большая база данных для дальнейшего анализа и построения прогнозов развития водного объекта.
- На основании полученных данных и опыта применения зонда, необходимо продолжить наблюдения за гидроэкологическими характеристиками Горьковского водохранилища, так как оно снабжает р. Волга.

### Список литературы:

1. ВМО-№ 168. Руководство по гидрологической практике. Том II. Управление водными ресурсами и практика применения гидрологических методов. Женева. 2012. – 324 с.
2. Капустин И.А., Ермаков С.А., Мольков А.А., Ерина О.Н., Соколов Д.И., Терешина М.А., Вилимович Е.А. Натурные исследования вихревых структур и вариаций гидрохимических показателей в Горьковском водохранилище // 15-я Всероссийская открытая конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»: сб. тез. 2017. – С. 257.
3. Мольков А.А., Калинин Д.В., Капустин И.А., Корчемкина Е.Н., Осокина В.А., Пелевин В.В. О перспективах дистанционной оценки гидробиооптических характеристик вод внутренних пресных водоемов по результатам экспедиции на Горьковском водохранилище в 2016 г. // Сборник научных трудов «Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон». МГИ РАН: Севастополь, 2017. С. 59 – 67.
4. Сустретова Н.В; Чебан Е.Ю; Дикова С.А.; Шичавин И.И. Синхронизация работы многопараметрических зондов и обработка данных экспедиционных исследований // Сборник статей III-Международного научно-промышленного форума «Транспорт. Горизонты развития». – Нижний Новгород. – 2023. <http://transporthorizont.ru> (РИНЦ).
5. Рехалова Н.А., Чебан Е.Ю. Исследование гидроэкологических характеристик слияния р. Ока и Волга в 2021 – 2022 гг. // Труды 7-й всероссийской научной конф. «Проблемы экологии Волжского бассейна» («ВОЛГА-2022»), 2022. – Вып. 5. – URL: [http://xn----7kcgqc6assog3b.xn--plai/ECO/2022/PDF\\_ECO/eco42.pdf](http://xn----7kcgqc6assog3b.xn--plai/ECO/2022/PDF_ECO/eco42.pdf) (РИНЦ).

