

УДК 574.63: 556.555.8

Васькин Сергей Владимирович¹, доцент, к.т.н.

e-mail: serwaskin@mail.ru

Чебан Егор Юрьевич¹, профессор, д.т.н.

e-mail: egor.cheban.2@gmail.com

Капустин Иван Александрович^{1,2} с.н.с., к.ф.-м.н.

e-mail: kapustin-i@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

² Институт прикладной физики Российской академии наук

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В РАЙОНЕ АВАНПОРТА ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2022 ГОДУ

Работа выполнена при поддержке Русского географического общества в рамках гранта «Экспедиция Плавучий университет Волжского бассейна» (договор №17/2022-Р)

Аннотация. В работе представлены результаты измерения некоторых показателей качества воды в южной части Горьковского водохранилища и в устье р. Белая. Проведен предварительный анализ полученных данных, который показал практическое отсутствие биологического загрязнения водохранилища водами впадающей в него р. Белая. Выявлен достаточно сложный характер движения водных масс из реки в основной объем водохранилища, точная картина которого требует дополнительных исследований.

Ключевые слова: показатели качества воды, водные массы, флуоресценция хлорофилла, мутность, удельная проводимость, растворенный кислород, Горьковское водохранилище, аванпорт.

В ходе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна» в августе 2022 г. участниками проводились измерения ряда показателей качества воды на акватории Горьковского водохранилища, в том числе аванпорте верхнего бьефа Нижегородского гидроузла, а также в устье р. Белая, впадающей в водохранилище в районе аванпорта.

Работа выполнялась в рамках решения задачи по оценке распределения показателей качества воды в южной части Горьковского водохранилища в местах впадения в него малых рек (Юг, Троща, Санахта). Результатом таких исследований является возможность проведения анализа состояния вод Горьковского водохранилища с учетом гидрометеорологических характеристик акватории и привносимых в нее биогенных и антропогенных загрязнений, а также путей распространения загрязнений. Ранее выполненные работы [1-4] показали, что перенос загрязнений в южной части Горьковского водохранилища вызван, в том числе, сложной гидродинамикой течений, обусловленной влиянием Нижегородского гидроузла, рельефом дна и притоками. Например, в 2019-2021 гг. были выполнены работы [1], которые показали возможность формирования линз воды, выходящей из р. Белая через аванпорт шлюзов Нижегородского гидроузла, в 2022 году эти работы были продолжены, в том числе с целью изучения путей перемещения масс воды в районе самого аванпорта, который представляет собой практически закрытую акваторию, искусственный сброс воды из которой происходит неравномерно и связан с работой шлюзов.

Измерения показателей качества воды выполнялись с помощью зондирования по всей глубине в точках, показанных рис. 1. Точки 1..4 располагались в створе входа в аванпорт, точка 6 располагалась между дамбой аванпорта и левым берегом водохранилища, точка 7 – в акватории аванпорта ближе к левому берегу, точка 8 – на границе аванпорта и залива, в котором располагается яхт-клуб «Белая речка», точка 9 – в акватории яхт-клуба, 10 – в русле р. Белая примерно в 300 м выше по течению от яхт-клуба.

Измерения выполнялись методом зондирования с использованием многопараметрического зонда AquaTroll 500 с комплектом датчиков, позволяющим одновременно определять глубину, температуру, мутность, удельную проводимость воды, содержание в ней растворенного кислорода и ряд других показателей. При этом осуществлялась привязка точки зондирования к GPS-координатам.

Результаты измерений представлены на рис. 2–6.

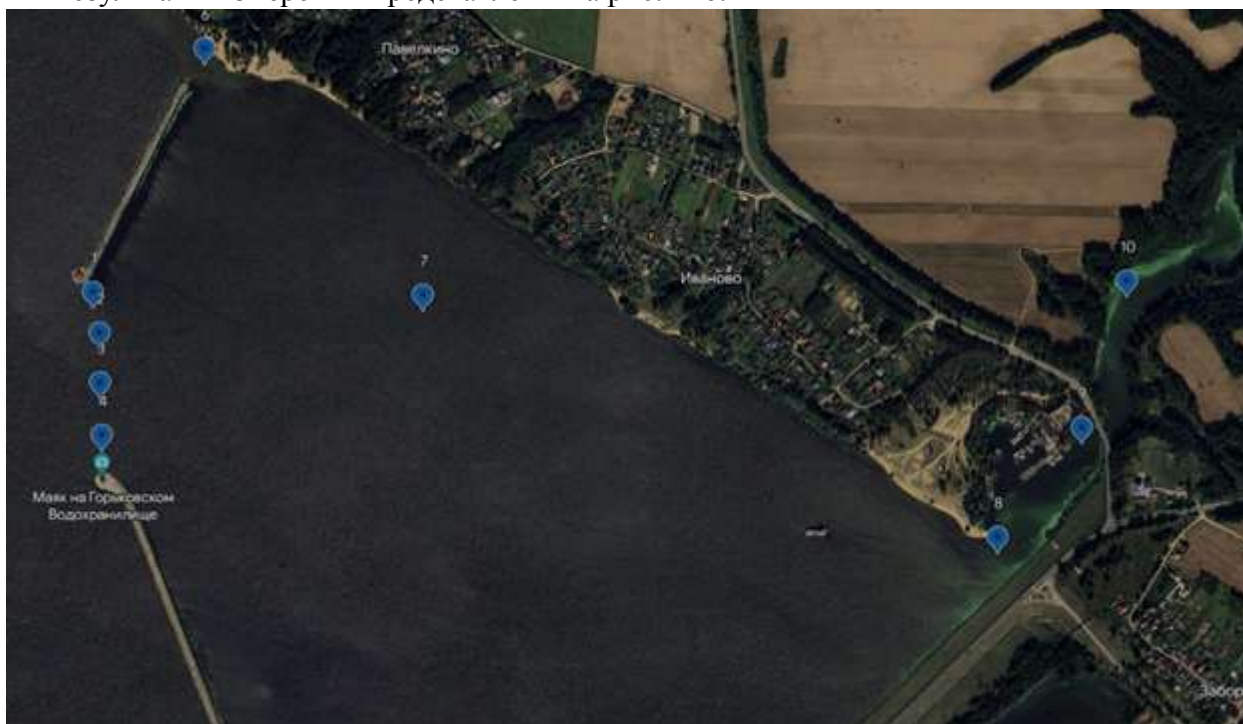


Рисунок 1 - Расположение точек зондирования в акватории аванпорта

Из приведенных рисунков можно видеть, что вода в р. Белая имеет более высокую температуру, чем вода в водохранилище, однако разность температур в поверхностных слоях весьма невелика. Наименьшее значение температуры в створе аванпорта составило 21,5 °С на глубине около 11 м, что объясняется слабым прогреванием воды на больших глубинах при низкой интенсивности ее перемешивания. Максимальная температура – 24,1 °С отмечена в русле р. Белая. Средние по глубине температуры в точках зондирования отличаются не более чем на 0,7 °С.

Флуоресценция хлорофилла является показателем содержания в воде зоо- и фитопланктона (водоросли, бактерии и т.п.). Из рисунков 4 и 5 видно, что в максимальном количестве такая органика присутствует в воде р. Белая. Далее, по ходу движения этой воды в акватории аванпорта содержание органики снижается и в сечениях на входе в аванпорт (точки 1 – 4 и точка 6) становится равным содержанию ее в самом водохранилище. Это может свидетельствовать о том, что перенос биологических загрязнений из р. Белая в водохранилище незначителен.

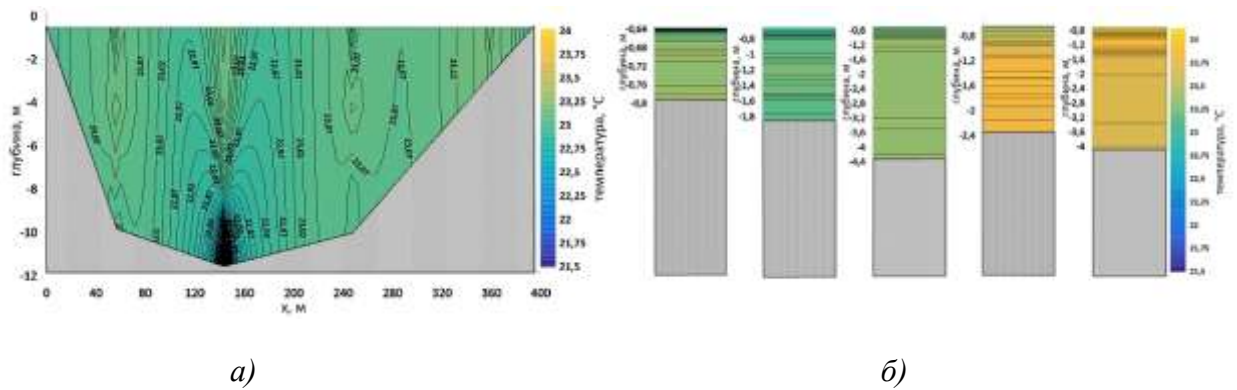


Рисунок 2 - Распределение температуры воды по глубине: а) в створе аванпорта в точках 1 – 4; б) в точках 6 – 10.

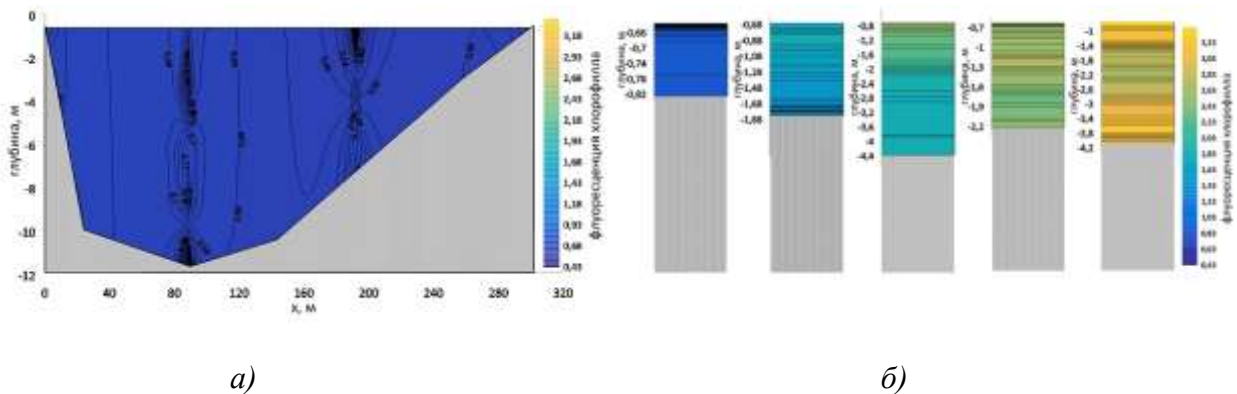


Рисунок 3 - Распределение флуоресценции хлорофилла по глубине: а) в створе аванпорта в точках 1 – 4; б) в точках 6 – 10.

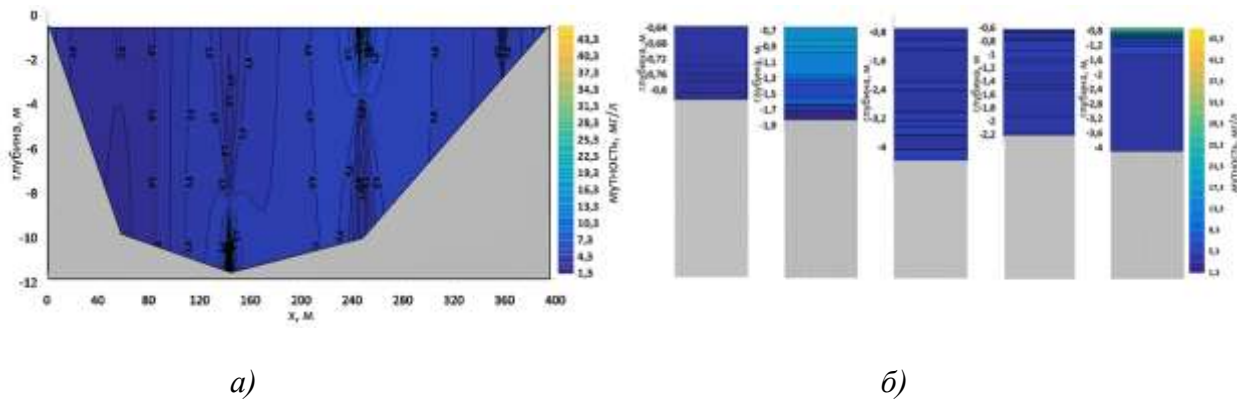


Рисунок 4 - Распределение мутности воды по глубине: а) в створе аванпорта в точках 1 – 4; б) в точках 6 – 10.

Мутность воды обусловлена содержанием в ней нерастворенных частиц минерального и органического происхождения. Как видно из рисунков 6 и 7, мутность воды как в р. Белая, так и в акватории аванпорта невелика. Средние по глубине значения этого показателя в точках зондирования находятся в интервале от 3,24 до 8,60 мг/л. Исключением можно считать поверхностный слой воды в р. Белая в точке зондирования 10, где мутность достигает величины порядка 30 мг/л. Это объясняется повышенным содержанием водорослей в реке на малых глубинах. Относительно высокая мутность воды в точке 7 может объясняться наличием в ней локального пятна взвесей во время измерений.

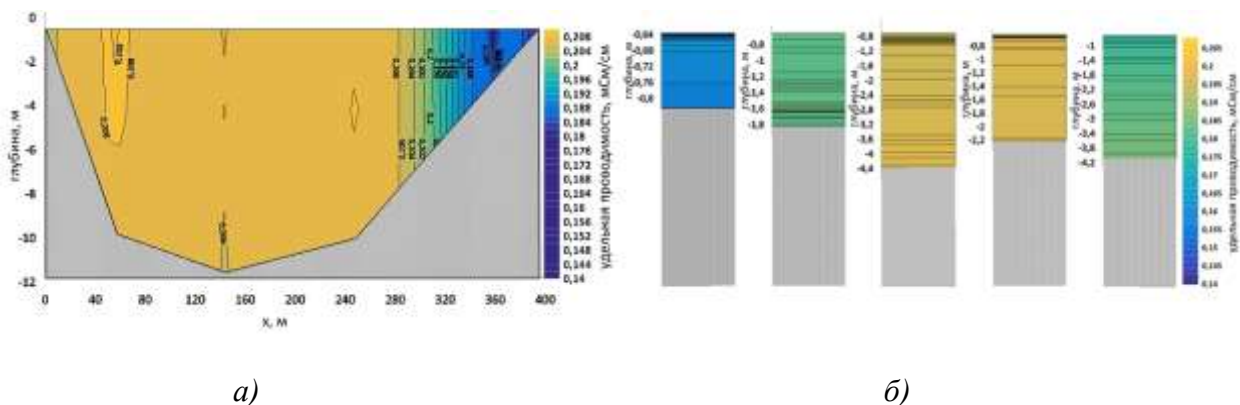


Рисунок 5 - Распределение удельной проводимости воды по глубине: а) в створе аванпорта в точках 1 – 4; б) в точках 6 – 10.

Удельная проводимость служит характеристикой содержания в воде растворимых солей и позволяет косвенным образом оценить степень ее загрязнения минеральными веществами. Анализ результатов измерений показал, что удельная проводимость воды в створе аванпорта выше, чем в русле р. Белая. Среднее значение этого показателя составило 0,21 мСм/см, что практически соответствует значениям, полученным в ходе экспедиций 2020 и 2021 гг. и составляющим 0,2...0,25 мСм/см [5]. Отдельного внимания заслуживает участок в правой по течению части входа в аванпорт, где вода имеет низкую удельную проводимость (среднее значение – 0,187 мСм/см). Это может свидетельствовать о наличии в этом месте потока более пресной воды из р. Белая, имеющей среднюю проводимость 0,182 мСм/см, направленного из акватории аванпорта в основной объем Горьковского водохранилища. Кроме того, низкая проводимость была отмечена в точке 6, что также может свидетельствовать о наличии потока более пресной речной воды, движущегося из акватории аванпорта в водохранилище в прибрежной зоне.

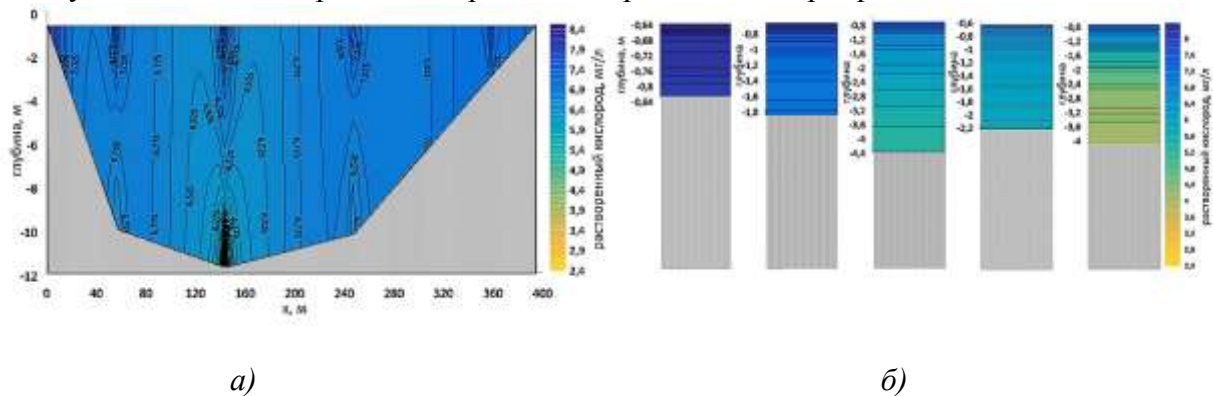


Рисунок 6 - Распределение концентрации растворенного кислорода в воде по глубине: а) в створе аванпорта в точках 1 – 4; б) в точках 6 – 10.

Измерения содержания в воде растворенного кислорода показали вполне очевидную корреляцию его с температурой воды. Наименьшее значение концентрации кислорода было зафиксировано в русле р. Белая – 5,1 мг/л, наибольшее – в точке 6 – 8,2 мг/л (средние значения). Средняя концентрация кислорода в створе входа в аванпорт составила 6,8 мг/л, но в верхних слоях воды, не глубинах до 2,5 м, она находится в пределах от 7,1 до 8,2 мг/л.

Кроме того, при рассмотрении и сопоставлении результатов измерений просматривается прямая связь между содержанием в воде кислорода и флуоресценцией хлорофилла. Это свидетельствует о том, что в период проведения зондирования биотическая компонента исследуемых водных объектов была представлена

преимущественно организмами, потребляющими кислород, а не фотосинтезирующими организмами.

На основании анализа результатов измерений показателей воды в аванпорте Горьковского водохранилища и р. Белая можно сделать следующие выводы:

1. Движение водных масс в акватории аванпорта, обусловленное притоком в нее воды из р. Белая, носит сложный характер. Скорее всего, имеют место течения речной воды из акватории в основной объем водохранилища вдоль левого берега и в районе оконечности правого по течению мола, на котором расположен маяк. Более точную картину течений можно получить путем непосредственного измерения их скоростей и направлений в акватории аванпорта.

2. Вода в р. Белая имеет более высокую биологическую загрязненность, а также загрязненность взвешенными веществами. В то же время, в речной воде отмечается меньшее содержание растворенных солей по сравнению с водой в водохранилище.

3. Выноса в водохранилище биологических и минеральных загрязнений, поступающих в аванпорт с водами р. Белая, не обнаружено. По всей видимости, эти загрязнения либо осаждаются на дне акватории аванпорта, либо сбрасываются ниже по течению во время работы шлюзов.

Полученные результаты измерений показателей качества будут использованы для подробного описания динамики распределения показателей качества с учетом характера течений в южной части Горьковского водохранилища.

Список литературы:

1. О формировании изолированной линзы речного стока круговоротом в Горьковском водохранилище / И.А. Капустин, С.А. Ермаков, М.В. Смирнова [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18, № 6. – С. 214-221. – DOI 10.21046/2070-7401-2021-18-6-214-221. – EDN JJIVWX.

2. Исследование влияния плотины на перенос примесей в русле Р. Вол-га в районе Горьковского водохранилища / Е.Ю. Чебан, М.В. Смирнова, А.Ю. Чемашкина [и др.] // Проблемы экологии Волжского бассейна : Труды 4-й всероссийской научной конференции, Нижний Новгород, 30–31 октября 2019 года. Том Выпуск 2. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2019. – С. 31. – EDN IVFUPL.

3. Пространственная изменчивость гидрохимических показателей на отдельных участках Горьковского и Чебоксарского водохранилищ / М.В. Смирнова, Е.Ю. Чебан, В.С. Глухова [и др.] // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2018. – № 57. – С. 51-59. – EDN YPWSTR.

4. Гидроэкологические исследования участков Горьковского и Чебоксарского водохранилищ с притоками в летний период 2017 года / М.В. Смирнова (Игонина), Е.Ю. Чебан, Е.В. Володченко [и др.] // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2017. – № 53. – С. 98-108. – EDN ZURLOR.

5. Смирнова М.В., Решетников М.А., Виноградова А.Н., Чупрова В.С., Сидоров Д.Н. Вариации электропроводности воды в Горьковском, Чебоксарском и Куйбышевском водохранилищах в годы различной водности. // Волга 2021: Материалы 6-й всероссийской научной конференции «Проблемы экологии Волжского бассейна», ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2021. – URL: http://вф-река-море.пф/ECO/2021/PDF_ECO/eco33.pdf (дата обращения 05.06.2023)



ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF WATER HYDROCHEMICAL INDICATORS IN THE "AVANT-PORT" AREA OF THE GORKY RESERVOIR IN 2022

Sergey W. Vaskin, Egor Y. Cheban, Ivan A. Kapustin

Annotation. The paper presents the results of measuring some water quality indicators in the southern part of the Gorky reservoir and at the mouth of the Belaya River. A preliminary analysis of the data obtained was carried out, which showed the practical absence of biological contamination of the reservoir by the waters of the Belaya River flowing into it. The rather complex nature of the movement of water masses from the river to the main volume of the reservoir has been revealed, the exact picture of which requires additional research.

Keywords: water quality indicators, water masses, chlorophyll fluorescence, turbidity, conductivity, dissolved oxygen, Gorky reservoir/

