

УДК 556

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА УЧАСТКЕ РЕКИ ВОЛГИ И ЕЕ ПРИТОКОВ В ПРЕДЕЛАХ ГОРЬКОВСКОГО И ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Смирнова Мария Валерьевна¹, к.т.н., доцент кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов

e-mail: igoninam@yandex.ru

Чебан Егор Юрьевич¹, д.т.н., профессор кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов

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

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Настоящая работа является продолжением серии работ по исследованию неоднородности физико-химического состава водных масс Горьковского и Чебоксарского водохранилищ под влиянием различных факторов. По результатам полевых измерений, выполненных летом 2025 года, показаны общие тенденции продольной неоднородности гидрохимических показателей воды вдоль русла Волги на участке протяженностью 277 км – от г. Юрьево Ивановской области до устья р. Сура Нижегородской области.

Ключевые слова: река Волга, река Ока, Горьковское водохранилище, Чебоксарское водохранилище, водные массы, гидрохимические показатели.

HYDROCHEMICAL MEASUREMENTS AT THE SITE OF THE VOLGA RIVER AND ITS TRIBUTARIES WITHIN THE GORKY AND CHEBOKSARY RESERVOIRS

Maria V. Smirnova¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Hydrodynamics, Ship Theory, and Environmental Safety of Vessels

e-mail: igoninam@yandex.ru

Yegor Yu. Cheban¹, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Hydrodynamics, Ship Theory, and Environmental Safety of Vessels

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

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

Abstract. This work is a continuation of a series of studies on the heterogeneity of the physico-chemical composition of the water masses of the Gorky and Cheboksary reservoirs under the influence of various factors. Based on the results of field measurements carried out in the summer of 2025, general trends in the longitudinal heterogeneity of hydrochemical water parameters along the Volga riverbed in a 277 km section from Yuryevets town, Ivanovo region, to the mouth of the Sura River, Nizhny Novgorod Region, are shown.

Keywords: Volga River, Oka River, Gorky reservoir, Cheboksary reservoir, water masses, hydrochemical indicators.

Настоящая работа является продолжением серии работ по исследованию неоднородности физико-химического состава водных масс Горьковского и Чебоксарского водохранилищ под влиянием различных факторов, таких как: наличие на пути потока плотины ГЭС, вариации уровня воды, погодных условий и пр. [1, 2].

Ранее в полевых исследованиях в Горьковском и Чебоксарском водохранилищах была зафиксирована пространственная изменчивость гидрохимических показателей на отдельных участках Горьковского и Чебоксарского водохранилищ [3], которая связана с понятием «водных масс». Водная масса — объём воды, обладающий относительной однородностью физических, химических и биологических характеристик [4]. Важной особенностью водных масс является их сравнительно большие объёмы, которые длительное время сохраняют однородность основных характеристик, благодаря чему могут использоваться для дифференциации источника этих водных масс и, соответственно, источника возможных загрязнений в случае обнаружения таковых. Так, А.Г. Охапкиным при изучении водных масс Волги и Оки было показано, что они после слияния долгое время движутся параллельно, сохраняя свой «портрет», причём протяжённость этого «раздельного» движения составляет около 150 километров — вплоть до устья реки Суры [5]. В полевых исследованиях 2019 года нами также было зафиксировано два несмешивающихся потока от слияния Волги и Оки вплоть до устья р. Сура [6].

В Горьковском водохранилище также была зафиксирована пространственная неоднородность водных масс, которая, в отличие от других участков, была нестабильна как во времени, так и в пространстве, и в последующие годы в этом районе не наблюдалась [7]. В этой работе была показана связь гидрохимических показателей и концентрации фитопланктона со структурой течений.

Настоящая работа отражает общие тенденции продольной неоднородности гидрохимических показателей воды вдоль русла Волги на участке протяжённостью 277 км. Летом 2025 года были выполнены продольные гидрохимические измерения в акваториях Горьковского и Чебоксарского водохранилищ на участке от г. Юрьевец Ивановской области (777 км судового хода по Атласу ЕГС) до устья р. Сура Нижегородской области (1054 км судового хода по Атласу ЕГС). Пробы воды отбирались с поверхности и придонного слоя с помощью батометров. В судовой лаборатории выполнялись следующие измерения: электропроводность и общее солесодержание (Анион-4120); растворенный кислород (Марк-302Э); цветность и мутность (фотоколориметрия, спектрофотометр ECOVIEW B-1100). Прозрачность воды оценивалась с помощью диска Секки.



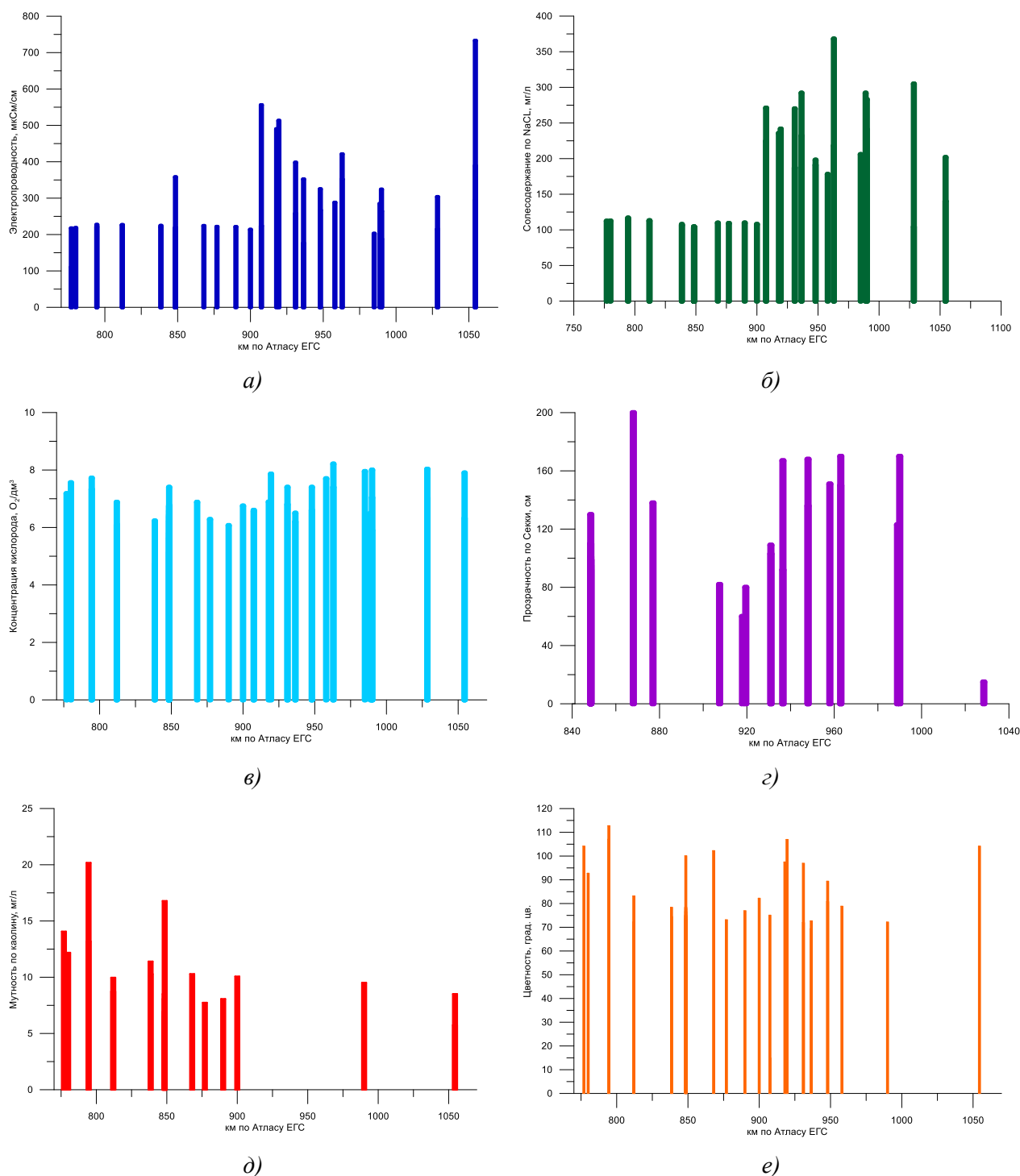


Рисунок 1 – Продольные изменения гидрохимических показателей на участке от г. Юрьевец (777 км судового хода по Атласу ЕГС) до устья р. Сура (1054 км судового хода по Атласу ЕГС): а) электропроводности, мкСм/см; б) содержания по NaCl, мг/л; в) концентрации растворенного кислорода, мгО₂/дм³; г) прозрачности по диску Секки, см; д) мутности по каолину, мг/л; е) цветности по хром-кобальтовой шкале, град. цв.

Результаты измерений представлены на рис. 1, а-е. Электропроводность воды Горьковского водохранилища традиционно была низкой и составляла в среднем около 215 мкСм/см, при этом влияние р. Троза на электропроводность воды в Горьковском водохранилище незначительно, поскольку, как было показано ранее [8], ее разбавление

происходит еще до впадения в водохранилище. После слияния Волги с Окой электропроводность пиково возросла до 580 мкСм/см, претерпевая разбавление вплоть до с. Макарьево, где в Волгу впадает высокоминерализованный правый приток – р. Сундовик. Влияние слабоминерализованного притока р. Керженец практически не оказывает влияния на минерализацию волжского потока, что согласуется с данными измерений предыдущих лет [там же]. Распределение солесодержания воды в целом совпадает с картиной по электропроводности, это объясняется тем, что данные параметры измеряются одним и тем же сенсором. Содержание в воде растворенного кислорода на всем исследуемом участке сохранялась на относительно высоком для августа уровне, выше 6 мгО₂/дм³, но не превышала 8 мгО₂/дм³, что может быть связано с жаркой погодой и отсутствием осадков в предшествующие дни. Прозрачность воды варьировалась от 50 до 200 см, наименьшие значения наблюдались в районе г. Нижнего Новгорода выше очистных сооружений и могут быть связаны с проведением работ на акватории. Мутность воды варьировалась в среднем от 5 мг/л у поверхности до 17 мг/л в придонных пробах. Цветность воды варьировалась в среднем от 70 до 105 градусов цветности. Однако несмотря на то, что наиболее характерными параметрами водных масс пресноводных водоемов считаются минерализация (электропроводность) и цветность воды [9], взаимосвязь водных масс с цветностью на данном участке не прослеживалась.

Таким образом, в работе было показано, что электропроводность волжской воды возрастает в 2 раза после слияния с Окой и еще в 1,5 раза после впадения Суры; четко выделяются водные массы собственно Горьковского водохранилища, рек Оки, Кудьмы, Керженца, Сундовика и Суры. Прозрачность воды изменялась в зависимости от гидродинамических условий и составляла: в Горьковском водохранилище – от 92 до 130 см; в Чебоксарском водохранилище – от 60 до 200 см. Взаимосвязь наиболее характерных параметров водных масс пресноводных водоемов – минерализации (электропроводности) и цветности воды – на данном участке не прослеживалась.

Список литературы:

1. Смирнова, М.В. Изменение гидроэкологических показателей вод реки Волги на участке от устья реки Ёлнать до устья Камы / М. В. Смирнова, Е. Ю. Чебан, Е. Н. Поселенов [и др.] // Проблемы экологии Волжского бассейна : Труды 5-й всероссийской научной конференции, Нижний Новгород, 24–25 ноября 2020 года. Том Выпуск 3. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – С. 28. – EDN DDRXDK.
2. Смирнова, М.В. Вариации электропроводности воды в Горьковском, Чебоксарском и Куйбышевском водохранилищах в годы различной водности / М. В. Смирнова, М. А. Решетников, А. Н. Виноградова [и др.] // Проблемы экологии Волжского бассейна : Труды 6-й всероссийской научной конференции, Нижний Новгород, 24–25 ноября 2021 года. Том Выпуск 4. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2021. – С. 33. – EDN QDAGUO.
3. Смирнова, М.В. Пространственная изменчивость гидрохимических показателей на отдельных участках Горьковского и Чебоксарского водохранилищ / М.В. Смирнова, Е.Ю. Чебан, В.С. Глухова, [и др.] // Вестник ВГАВТ, Вып. 57, 2018 г. - С. 51-59.
4. Добровольский, А. Д. Об определении водных масс // Океанология. – 1961. – Т. 1, вып. 1. – С. 12–24.
5. Охалкин, А. Г. Фитопланктон Чебоксарского водохранилища [Текст] / А. Г. Охалкин ; под ред. В. Н. Паутовой, Г. С. Розенберга ; Рос. АН, Ин-т экологии Волж. бассейна, Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. — Тольятти : [б. и.], 1994. — 272,(2) с.



6. Satellite and 'in-situ' observations of a river confluence zone / S. A. Ermakov, A. A. Molkov, I. A. Kapustin [et al.] // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering : Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2019, Strasbourg, 09–10 сентября 2019 года. Vol. 11150. – Strasbourg: SPIE, 2019. – P. 111501S. – DOI 10.1117/12.2533470. – EDN VOYOCN.

7. Капустин, И.А. Исследование структуры течений в Горьковском водохранилище и связанного с ним распределения концентрации взвеси и фитопланктона / И.А. Капустин, С.А. Ермаков, М.С. Дмитриева [и др.] // Тезисы конференции: «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – ИКИ РАН: 2016. Т. 14. С. 248.

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

9. Никаноров, А. М. Гидрохимия : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Гидрология» / А. М. Никаноров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 2001. — 444 с. — ISBN 5-286-01282-5.

