



УДК 556.04

ВАРИАЦИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДЫ В ГОРЬКОВСКОМ, ЧЕБОКСАРСКОМ И КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩАХ В ГОДЫ РАЗЛИЧНОЙ ВОДНОСТИ

Смирнова Мария Валерьевна, к.т.н., доцент кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Решетников Максим Алексеевич, к.т.н., ст. преподаватель кафедры водных путей и гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Виноградова Анна Николаевна, студент 3-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Чупрова Валерия Сергеевна, студент 3-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Сидоров Данила Николаевич, студент 3-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Исследование выполнено за счет средств гранта ВОО «Русское географическое общество» (договор №17/2021-Р от 12.07.2021)

Аннотация. В работе сопоставлены данные измерений электропроводности волжской воды на участках Горьковского, Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ в различные по водности 2020 и 2021 годы. Сопоставление данных об электропроводности воды в периоды различной водности показали пропорциональные изменения – при снижении водности на 30% электропроводность в среднем увеличилась на те же 30%, причем, на исследованном участке пик увеличения электропроводности пришелся на устье р. Оки с постепенным уменьшением разницы в значениях маловодного и нормального года с 30 до 20% при движении вниз по каскаду водохранилищ до г. Болгар. Этой зависимости не подчиняются воды Горьковского водохранилища – их электропроводность практически не изменилась в маловодный год.

Ключевые слова: электропроводность воды, водные массы, водность, Горьковское, Чебоксарское и Куйбышевское водохранилища

В экспедициях прошлых лет была показана существенная пространственная неоднородность водных масс Горьковского, Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ [1 – 5]. Известно, что водные массы водохранилищ Волги формируются, с одной стороны, под действием природно-географических факторов на территории их водосбора, что приводит к существованию в водохранилищах водных масс различного генеза; с другой стороны, на водные массы водохранилищ влияют климатические факторы (температура, осадки, ледостав), что способствует резким изменениям их показателей как в годовом, так и в многолетнем цикле [6, 7]. Так, в Горьковском водохранилище было выделено [8] три типа водных масс различного генеза – водные массы, поступающие из Рыбинского водохранилища, водные массы притоков и собственные водные массы Горьковского водохранилища, расположенные ближе к плотине Нижегородской ГЭС. Зенин А.А. [7] и Кочеткова М.Ю. [9] выделяли различные водные массы Волги и Оки на протяжении 170 км после их слияния – до самого устья Суры. В предыдущих экспедициях нами были зафиксированы различные водные массы Волги и притоков – Оки [1], Суры [2, 3], Ветлуги [3], Камы [4], Керженца [5] в составе волжской воды.

Одним из основных показателей водных масс волжских водохранилищ является электропроводность воды [см. 6 и цитированную литературу]. Однако даже для одних и тех же водных масс характерны значительные вариации электропроводности, которая, в свою очередь, находится в обратной зависимости от величины расходов воды, или водности, сильно варьирующей год от года [7]. В таком случае выявление водных масс различного происхождения и их пространственных границ может быть затруднительно по причине отсутствия четких диапазонов варьирования их характеристик. Очевидно, что при определении границ той или иной водной массы потребуются учитывать влияние водности на общее изменение электропроводности волжской воды.

В настоящей работе сопоставлены данные измерений электропроводности воды в ряде сечений на участках Горьковского, Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ в различные по водности 2020 и 2021 годы. По данным [10], в 2020 г. на водных объектах Верхневолжского бассейна (от истока Волги до г. Чебоксары) в летний период режим стока характеризовался в основном повышенной или нормальной водностью. В первой декаде июля на большинстве водных объектов наблюдался режим летней межени, сменившийся с конца первой декады продолжительным дождевым паводком. Пик дождевого паводка отмечался с 10 по 22 июля, а окончание – в конце месяца. В августе во время летней межени в большинстве рек региона в первой декаде отмечалось понижение уровня воды, во второй – незначительные колебания уровня, в конце третьей – прохождение дождевого паводка, во время которого уровни воды в реках превысили средние меженные отметки на 0,1-0,3 (до 0,5 м). В осенний период на водных объектах водный режим соответствовал осенней межени (низкие уровни, минимальный сток), который временами прерывался (в сентябре, октябре) невысокими дождевыми паводками. В 2021 году, по данным Росводресурсов, в третьем квартале (июль-сентябрь) в бассейнах Волги и Камы отмечалась низкая водность. Суммарный приток в водохранилища каскада составил 72% нормы. Приток в четвертом квартале также ожидался в пределах 72–92%.

Исследования электропроводности в 2020 и 2021 гг. выполнялись с борта научно-исследовательского судна (НИС) «Петр Андрианов», а также с моторной лодки, на которой было размещено оборудование для отбора проб и многопараметрический зонд Aqua TROLL 500, позволяющий одновременно измерять глубину, электропроводность, температуру воды, до глубины 20 м с привязкой к GPS-координатам. Район исследований охватил приплотинную часть Горьковского, Чебоксарское и часть Куйбышевского водохранилищ; протяженность маршрута вдоль Волги составила более 800 км. Сечения, где производилось зондирование в 2020 и 2021 гг., показаны на рис. 1.

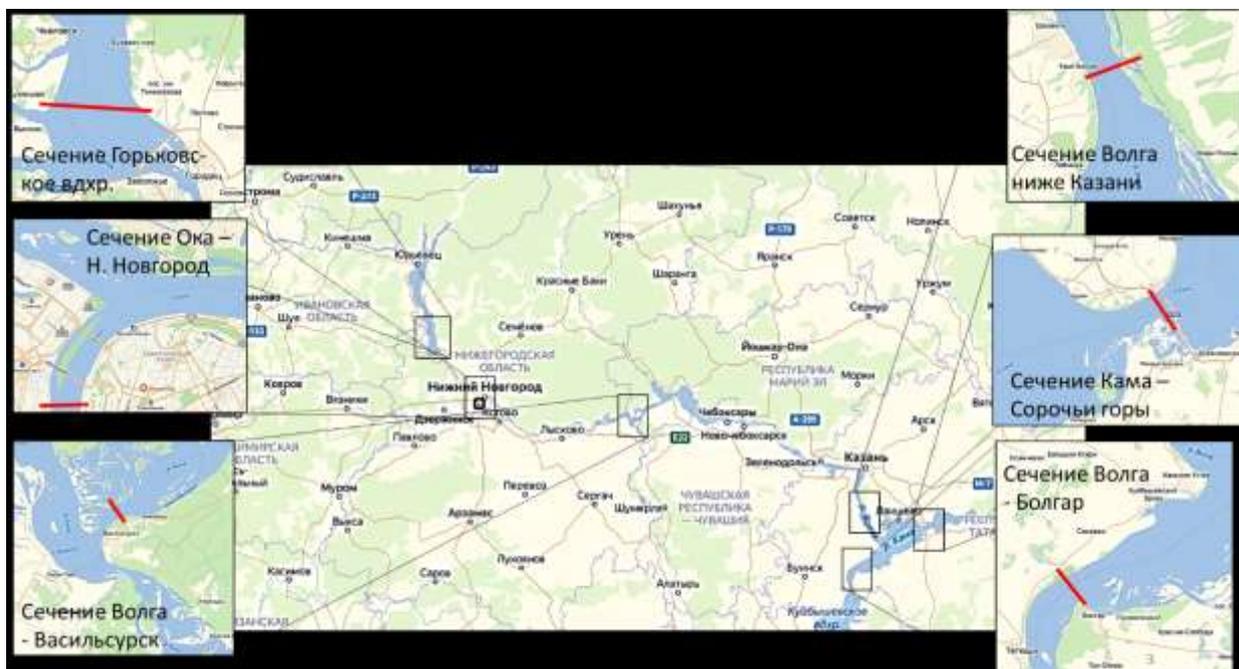


Рис. 1. Район исследований

В 2020 году исследования на участке от Нижнего Новгорода до г. Болгар выполнялись летом с 6 по 13 августа, на понижении уровня воды после июльского паводка, а на участке Горьковского водохранилища – с 9 по 10 сентября, в условиях нормальной воды. В 2021 году исследования проводились в условиях пониженной водности: на участке от Нижнего Новгорода до г. Болгар – летом с 24 по 30 июля, а на участке Горьковского водохранилища – с 18 по 20 августа.

На рис. 2 приведены картины распределения удельной электропроводности в сечениях р. Волга и ее притоках на участках Горьковского, Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ в 2020 и 2021 гг. При сравнении двух разных по водности периодов – маловодного лета 2021г и полноводного лета 2020г. – можно заметить, что в Горьковском водохранилище электропроводность в меньшей степени зависит от водности, чем в нижерасположенных водохранилищах. Аналогичные наблюдения в разные по водности 1954 и 1955 годы были сделаны еще до образования Горьковского водохранилища [7]. Значительные изменения в электропроводности претерпевает р. Ока. Разница в значениях между годами в ней составила порядка 150 мкСм/см, что составляет 30% от значений полноводного 2020 года. Как следствие, нижерасположенные сечения – в районе Васильурска, после впадения Суры, и в районе с. Кзыл-Байрак, ниже г. Казани – имели также повышенную по сравнению с предыдущим годом электропроводность (на 70 мкСм/см или на 21%). Кама также внесла свой вклад в общее увеличение электропроводности волжской воды. Если в 2020 году средняя электропроводность в ней составляла порядка 390 мкСм/см, то в 2021 году – 490 мкСм/см, что оказалось на 25% выше, чем в период с нормальной водностью. В результате, после впадения Камы, в Волге в районе г. Болгар электропроводность выросла на 20% – с 346 до 416 мкСм/см.

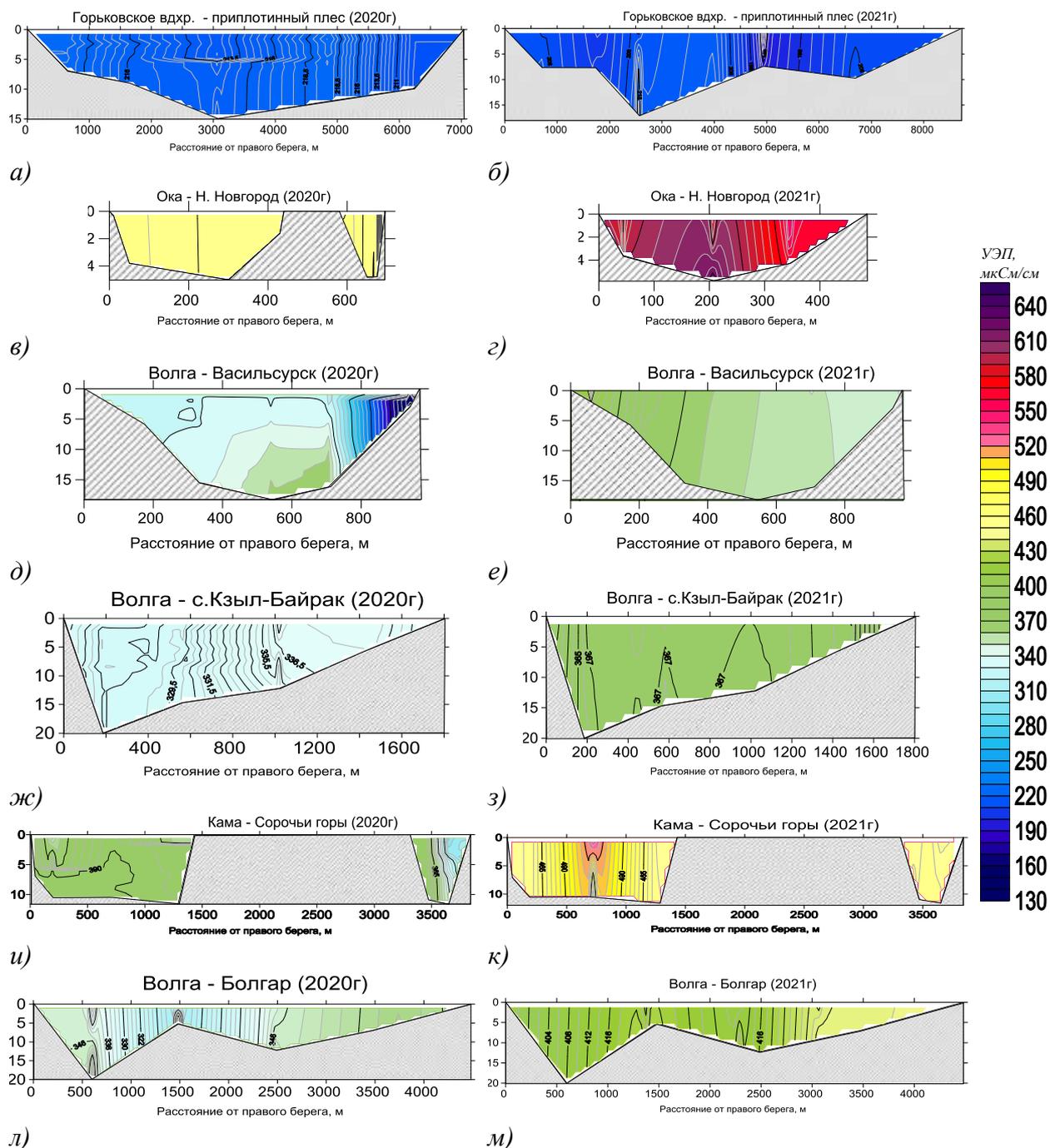


Рис. 2. Распределение удельной электропроводности воды в сечениях р. Волга и ее притоках на участках Горьковского, Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ в 2020 и 2021 гг., мкСм/см

Результаты исследования показывают, что вариации электропроводности воды в Чебоксарском и Куйбышевском водохранилищах в период летне-осенней межени сильно зависят от водности, что затрудняет определение границы водных масс различного происхождения по показателю электропроводности. Так электропроводность водных масс Камы в районе Сорочьих гор в период нормальной водности (рис. 2, и) может практически совпадать с электропроводностью Волги после впадения в нее Суры в районе г. Васильсурск в период пониженной водности (рис. 2, з). Но те же водные массы Камы в районе Сорочьих гор в период пониженной водности (рис. 2, к) могут совпадать по электропроводности с водными массами Оки перед ее впадением в Волгу в районе г. Нижнего Новгорода во время нормальной водности (2, в).

Таким образом, в рамках выполненного исследования получены подробные картины распределения электропроводности воды в сечениях Верхней и Средней Волги на участке протяженностью около 800 км. Сопоставление данных об электропроводности воды в периоды различной водности показали пропорциональные изменения – при снижении водности на 30% электропроводность в среднем увеличилась на те же 30%, причем, на исследованном участке пик увеличения электропроводности пришелся на устье р. Оки с постепенным уменьшением разницы в значениях маловодного и нормального года с 30 до 20% при движении вниз по каскаду водохранилищ до г. Болгар. Этой зависимости не подчиняются воды Горьковского водохранилища – их электропроводность практически не изменилась в маловодный год. Это связано с тем, что его питание в большей степени обеспечивается водами вышерасположенного Рыбинского водохранилища, в то время как питание Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ в значительной степени осуществляется за счет крупных высокоминерализованных притоков – Оки, Суры, Камы [7].

Список литературы:

- [1] Ermakov S.A., Molkov A.A., Kapustin I.A., Lazareva T.N., Danilicheva O.A., Shomina O.V., Smirnova M.V., Lavrova O.Y. Satellite and in-situ observations of a river confluence zone // Proc. SPIE 11150, Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2019, 111501S (14 October 2019); doi: 10.1117/12.2533470
- [2] Смирнова М.В., Чебан Е.Ю., Глухова В.С., Носова А.Д., Сустретова Н.В. Пространственная изменчивость гидрохимических показателей на отдельных участках Горьковского и Чебоксарского водохранилищ // Вестник ВГАВТ, выпуск 57, 2018 г. - с. 51-59.
- [3] Смирнова М.В., Чебан Е.Ю., Косточкина Ю.А., Белова Ю.В., Лезина Ю.А. Полевые исследования зон смешения крупных притоков р. Волга в акватории Чебоксарского водохранилища // Проблемы экологии Волжского бассейна. Труды 3-й всероссийской научной конференции. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». - 2019. - с. 28. Режим доступа: http://вф-река-море.рф/ECO/2019/PDF_ECO/eco25.pdf
- [4] 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. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта. – 2020, URL: http://вф-река-море.рф/ECO/2020/PDF_ECO/eco28.pdf
- [5] Смирнова (Игонина) М.В., Чебан Е.Ю., Володченко Е.В., Бердникова Е.Ю., Солина Е.С. Гидроэкологические исследования участков Горьковского и Чебоксарского водохранилищ с притоками в летний период 2017 года. // Вестник ВГАВТ. Вып. 4(53). 2017. – с. 98–108.
- [6] Буторин, Н. В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах волжского каскада / Н. В. Буторин; Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. – Ленинград: Наука, 1969. – 320 с.
- [7] Зенин, А. А. Гидрохимия Волги и ее водохранилищ / А.А. Зенин; Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Гидрохим. ин-т. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1965. - 259 с.
- [8] Эдельштейн, К. К. Водные массы озерной части Горьковского водохранилища / К. К. Эдельштейн // Динамика водных масс водохранилищ. – Москва-Ленинград : Наука, 1965. – С. 29-38.
- [9] Кочеткова, М. Ю. Формирование качества воды Горьковского и Чебоксарского водохранилищ / М. Ю. Кочеткова // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2010. – № 2. – С. 100-111.

**VARIATIONS IN THE CONDUCTIVITY OF WATER IN THE GORKY,
CHEBOKSARY AND KUIBYSHEV RESERVOIRS DURING THE YEARS OF
DIFFERENT WATER LEVELS**

Maria V. Smirnova, Maxim A. Reshetnikov, Anna N. Vinogradova, Valeria S. Chuprova, Danila N. Sidorov

Abstract. The paper compares the data of measurements of the conductivity of the Volga water in the sections of the Gorky, Cheboksary and Kuibyshev reservoirs with different water content in 2020 and 2021. Comparison of data on the conductivity of water during periods of different water content showed proportional changes – with a decrease in water content by 30%, the conductivity increased on average by the same 30%, moreover, in the studied area, the peak of the increase in electrical conductivity occurred at the mouth of the Oka river with a gradual decrease in the difference in the values of low-water and normal year from 30 to 20% when moving down the cascade of reservoirs to the city of Bolgar. The waters of the Gorky reservoir do not obey this dependence – their electrical conductivity has practically not changed in a low-water year.

Keywords: conductivity of water, water masses, water level, Gorky, Cheboksary and Kuibyshev reservoirs