



УДК 574.583 : 581.526.325.2

ФИТОПЛАНКТОН ВЕРХНЕЙ РЕЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ПО ДАННЫМ 2025 Г.)

Никишин Дмитрий Алексеевич, магистр кафедры ботаники и зоологии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО ННГУ
ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

Старцева Наталья Александровна, к.б.н., доцент кафедры ботаники и зоологии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО ННГУ
ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

Исследования проводились при грантовой поддержке Русского географического общества (проект №06/2025-Р “Экспедиция: Плавающий университет Волжского бассейна”)

Аннотация. На основе данных 2025 г. изучен фитопланктон верхнего речного участка Чебоксарского водохранилища (от г. Нижнего Новгорода до г. Лысково), испытывающего значительное антропогенное воздействие. Определен вклад разных групп водорослей в состав и структуру альгоценозов исследуемого участка. Проведен анализ качества вод по фитопланктону, выявлены потенциально опасные водоросли – продуценты токсинов.

Ключевые слова: фитопланктон, массовое развитие, качество воды, токсины, Чебоксарское водохранилище, верхняя речная часть.

Экосистемы водных объектов, особенно вблизи городов, подвержены сильной разнонаправленной антропогенной нагрузке, следствием чего является эвтрофикация и загрязнение их вод. Показателями экологического состояния данных водных объектов может являться состав и структура фитопланктона, как неотъемлемого компонента водоемов и водотоков. К неблагоприятным последствиям антропогенного воздействия на водные экосистемы относятся увеличение трофности вод, структурные перестройки альгоценозов, снижение видового разнообразия, «цветение воды», появление в планктоне потенциально токсичных и инвазийных видов водорослей.

Цель исследования – определить видовой состав и уровень количественного развития фитопланктона верхнего речного участка Чебоксарского водохранилища – от г. Нижний Новгород до г. Лысково (по данным разовой съемки в августе 2025 г.).

Чебоксарское водохранилище – пятая ступень Волжского каскада, входящая в систему водоемов Средней Волги. Особенностью Чебоксарского водохранилища является формирование его вод за счет двух разнородных по комплексу гидрофизических и гидрохимических характеристик водных потоков, поступающих из Горьковского водохранилища и р. Ока. Для водохранилища характерны выраженные сезонные и межгодовые колебания уровня воды, в речном участке (от устья р. Ока до устья р. Сура), обусловленные расходами р. Ока. Скорость течения составляет 0,18-0,73 м/с. Вся акватория Чебоксарского водохранилища испытывает значительную антропогенную нагрузку, особенно выраженную на правобережном речном участке водохранилища, расположенном ниже впадения р. Ока. Он является одним из самых загрязненных и эвтрофированных не только в пределах Чебоксарского водохранилища, но и всего Волжского каскада [1, 2].

Материалом для работы послужили 9 проб фитопланктона, отобранные во время разовой съемки 11 августа 2025 г. (рис. 1). Сбор материала осуществляли с помощью батометра Рихтера путем взятия интегральной пробы с глубины, равной 2-м величинам прозрачности с интервалом в 1 м. Измерение прозрачности воды производили с помощью диска Секки. Камеральную обработку проб вели в счетной камере Нажотта объемом 0.01 мл под 1000-кратным увеличением на микроскопе MeijiTechno 4200L (Япония) с использованием масляной иммерсии. Подсчёт численности и биомассы фитопланктона осуществляли счетно-объемным методом [3]. Для определения состава фитопланктона использовали отечественные [4-8] и зарубежные [9] определители и руководства. Составление списка видов с учетом последних данных их систематического положения осуществляли с помощью базы данных AlgaeBase [10]. Оценку качества вод проводили по «Комплексная экологическая классификация...» [11].

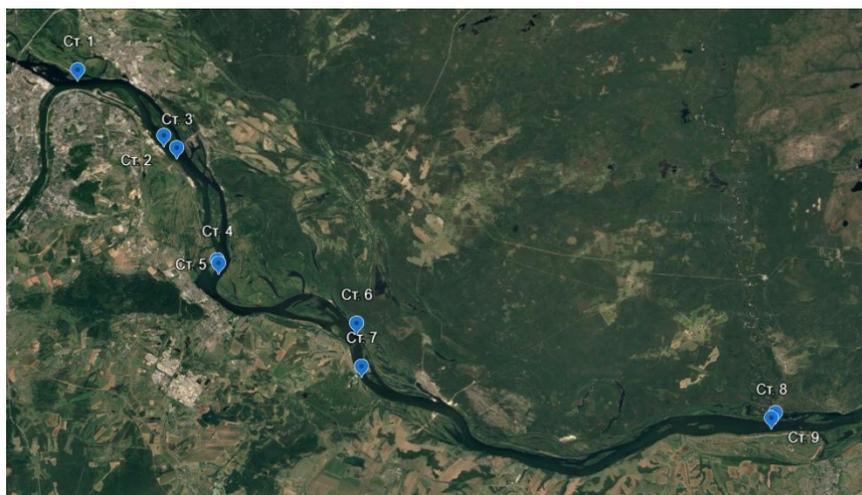


Рис. 1. Станции отбора проб

Ст. 1 – г. Нижний Новгород, Чкаловская лестница (левый берег); ст. 2 – выше очистных сооружений; ст. 3 – ниже очистных сооружений; ст. 4 – выше г. Кстово (правый берег); ст. 5 – выше г. Кстово (левый берег); ст. 6 – ниже г. Кстово (левый берег); ст. 7 – ниже г. Кстово (правый берег); ст. 8 – г. Лысково (правый берег); ст. 9 – г. Лысково (левый берег).

За период исследований в планктоне верхнего речного участка Чебоксарского водохранилища от г. Нижний Новгород до г. Лысково обнаружено 109 видовых и внутривидовых таксонов водорослей. В таксономическом отношении водоросли распределялись по отделам следующим образом: *Chlorophyta* – 62 (56,9 % от общего числа таксонов рангом ниже рода), *Bacillariophyta* – 20 (18,4 %), *Cyanoprocarvota* – 17 (15,6 %), *Euglenophyta* – 5 (4,6 %), *Dinophyta* – 3 (2,8 %), *Xanthophyta* и *Cryptophyta* – 1 (0,9 %), что характеризует альгофлору исследуемого участка как зелено-диатомово-синезеленую.

В эколого-географическом плане альгофлора сформирована широко распространенными планктонными видами, индифферентными к галобности и

кислотности среды, предпочитающими среднюю степень загрязнения воды легко окисляемыми органическими веществами.

Численность фитопланктона на отдельных станциях изменялась от 52,4 до 601,9 млн кл./л (рис. 2). В комплекс доминирующих видов на всех станциях входили представители *Cyanoprocarvota*: *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing (от 16 до 86 % от общей численности фитопланктона), *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet & Flahault (10,7-63,9 %), *Anathece clathrata* (West & G.S.West) Komárek, Kaštovský & Jezberová (10,2-53,6 %) и *Merismopedia tenuissima* Lemmermann (15,4-39,6 %). Наибольшая численность цианобактерий была отмечена в районе г. Лысково (ст. 9, левый берег) – 592,8 млн кл./л с доминантом *M. aeruginosa* (85,7 %). Численность цианобактерий на исследованном участке превышала допустимый Всемирной организацией здравоохранения уровень в 20 млн кл./л, установленный для водоемов рекреационного назначения, в 2,5-30 раз, что представляет прямую угрозу здоровью человека [12]. Как правило, численность фитопланктона была выше на станциях, расположенных по правому берегу, где доминировали колониальные мелкоклеточные цианобактерии *M. aeruginosa*, *A. clathrata*, *Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West и *M. tenuissima*. На правобережных станциях наряду с этими видами, доминировали нитчатые *A.flos-aquae* (ст. 8, до 22 %) и *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (ст. 4, 23 %).

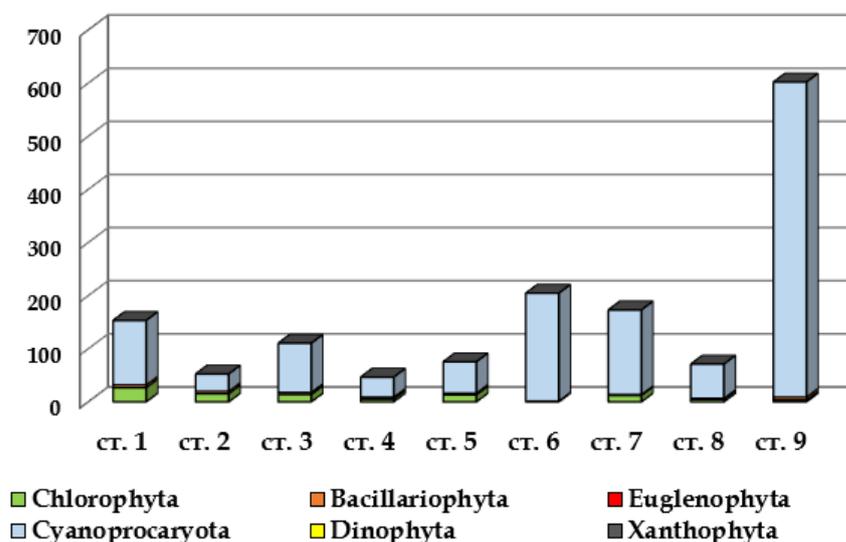


Рис. 2. Численность фитопланктона (млн кл./л) на исследованном участке Чебоксарского водохранилища

Биомасса фитопланктона на станциях отбора проб находилась в пределах от 8,9 до 70,7 г/м³ (рис. 3). Доминирующий комплекс видов на участке от Нижнего Новгорода до Кстово (ст. 1-5) включал представителей отдела *Bacillariophyta* – центрических диатомей *Stephanocyclus meneghinianus* (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek (8,8-85,8 % от общей биомассы фитопланктона) и *Stephanodiscus hantzschii* Grunow (до 22,2 %), а также цианобактерию *M. aeruginosa* (8,1-15,8 %). Ниже г. Кстово доминирующими видами по биомассе стали цианобактерии *M. aeruginosa* (26,4-76,6 %), *A. flos-aquae* (23,4-58,6 %), им сопутствовал *S. meneghinianus*. Наибольшая биомасса фитопланктона была отмечена в районе г. Лысково (левый берег) – 70,7 г/м³ с доминантом *M. aeruginosa* (76,6 %). Общая биомасса фитопланктона на всех станциях отбора проб достигала гипертрофного уровня – более 16 г/м³ [13], за исключением ст. 8 (8,9 г/м³ – эвтрофный уровень). Степень «цветения воды», определяемая по биомассе фитопланктона [14] характеризовалась как «интенсивная».

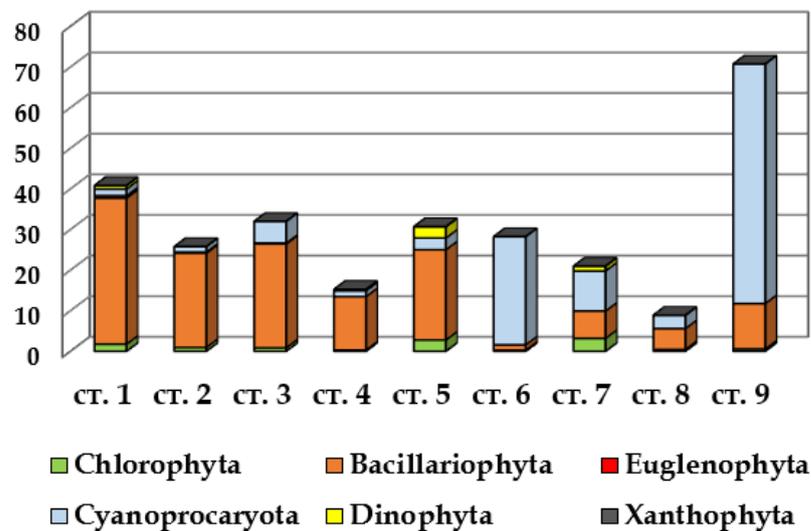


Рис. 3. Биомасса фитопланктона (г/м³) на исследованном участке Чебоксарского водохранилища

Сравнение таксономических списков водорослей с использованием коэффициента Серенсена (K_S) на право- и левобережных станциях, соответствующих окскому и волжскому потокам соответственно, показал их высокое сходство ($K_S = 0,75$). Различия проявились в составе доминирующих видов, особенно сильно на участке от г. Нижний Новгород до г. Кстово, где волжским водам соответствовали преимущественно диатомовые водоросли, а окским – цианобактерии.

Уровень видового разнообразия фитопланктонных сообществ, оцененный по индексу Шеннона, на отдельных станциях находился в пределах от 1 до 3,5. Ярко выраженное упрощение ценотической структуры альгоценозов наблюдалось лишь на ст. 1 и ст. 9, где доминировали диатомовые водоросли (преимущественно *S. meneghinianus* – 85,8 %) и цианобактерии (*M. aeruginosa* – 85,7 %) соответственно.

В планктоне исследуемого участка Чебоксарского водохранилища были обнаружены потенциально опасные виды. Отмечено появление инвазийного вида динофитовых водорослей *Naiadinium polonicum* (Wołoszyńska) Carty – потенциального продуцента гленодинаина – ихтиотоксина, обладающего гемолитическим действием. Как и в предыдущие годы исследований, показано доминирование цианобактерий *M. aeruginosa* и *A. flos-aquae* [15, 16], а также выявлено массовое развитие в планктоне на ст. 4 цианобактерии планктотрихетового комплекса *P. agardhii*, потенциального продуцента микроцистинов. Известно, что все эти виды являются потенциальными продуцентами гепато- и нейротоксинов из группы микроцистинов [17].

Качество вод исследованного участка Чебоксарского водохранилища, определенное по биомассе фитопланктона [11] было низким и относилось к 4 и 5 классам качества – водам загрязненным и грязным соответственно. Индексы сапробности, рассчитанные по численности (SN) и биомассе (SB) фитопланктона [18, 19] находились в пределах β-мезосаробной зоны, а качество вод на всех станциях соответствовало III классу качества – «воды умеренно загрязненные». Экологическое состояние водного объекта по данным показателям в исследуемой его части оценивалось как «относительно удовлетворительное» (Таблица).

Оценка качества вод участка верхней речной части Чебоксарского водохранилища

Расположение станций отбора проб	№ станции	Качество вод по биомассе ФП		Показатели сапробности вод			
		В, г/м ³	Классы (разряды)	SN	SB	Класс качества	Экологическое состояние
Чкаловская лестница, лев. берег	ст. 1	40,8	4 - загрязненная, 4б - сильно загрязненная	2,14	2,5	III	относительно удовлетворительное
Выше очистных	ст. 2	25,8	то же	2,07	2,48	III	то же
Ниже очистных	ст. 3	32,0	то же	2,05	2,41	III	то же
Выше Кстово, прав. берег	ст. 4	15,2	то же	2,08	2,44	III	то же
Выше Кстово, лев. берег	ст. 5	30,7	то же	2,19	2,36	III	то же
Ниже Кстово, лев. берег	ст. 6	28,2	то же	2,14	2,15	III	то же
Ниже Кстово, прав. берег	ст. 7	21,0	то же	2,02	2,15	III	то же
Лысково, прав. берег	ст. 8	8,9	4 - загрязненная, 4а - умеренно загрязненная	2,03	2,36	III	то же
Лысково, лев. берег	ст. 9	70,7	5 - грязная, 5а - весьма грязная	2	2,07	III	то же

Таким образом, на исследуемом участке верхней речной части Чебоксарского водохранилища альгофлора характеризовалась как зелено-диатомово-синезеленая. В доминирующий комплекс входили представители центрических диатомовых водорослей и колониальные цианобактерии, возбудители «цветения воды», потенциальные продуценты микроцистинов. Количественное развитие водорослей достигало эвтрофно-гипертрофного уровня, а степень «цветения воды» определялась как «интенсивная». В соответствии с широко используемым в системе государственного мониторинга поверхностных вод сапробиологическим анализом по показателям фитопланктона воды исследуемого участка водохранилища соответствовали «умеренно загрязненным», а его экологическое состояние оценивалось как «относительно удовлетворительное». Однако высокие биомассы фитопланктона и формирование монодоминантных альгоценозов с преобладанием потенциально токсичных цианобактерий, позволяют говорить об экологическом неблагополучии данного участка водохранилища и необходимости ведения ежегодного экологического мониторинга.

Список литературы:

1. Кудрин И.А. Видовая структура и пространственное размещение зоопланктонных сообществ в условиях антропогенного воздействия (на примере Чебоксарского водохранилища и его притоков): дисс. канд. биол. наук: 03.02.08 / Кудрин Иван Александрович. – Н. Новгород, 2016. – 244 с.
2. Шурганова Г.В. Динамика видовой структуры зоопланктоценозов в процессе их формирования и развития (на примере водохранилищ средней Волги: Горьковского и Чебоксарского): автореферат дис. ... докт. биол. наук: 03.00.18 / Шурганова Галина Васильевна. – Н. Новгород, 2007. – 48 с.
3. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. – 240 с.
4. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Синезеленые водоросли / определитель пресноводных водорослей СССР. – М., 1953. – Вып. 2. – 653 с.
5. Дедусенко-Щеголева Н.Т., Голлербах М.М. Желтозеленые / определитель пресноводных водорослей СССР. – М., 1962. – Вып. 5. – 272 с.
6. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И. и др. Диатомовые водоросли / определитель пресноводных водорослей СССР. – М., 1951. – Вып. 4. – 619 с.

7. Попова Т.Г. Эвгленовые / определитель пресноводных водорослей СССР. – М., 1955. – Вып. 7. – 282 с.
8. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев: Наукова думка, 1990. – 208 с.
9. Popovsky J., Pfister L.A., Ettl H. et al. Süßwasserflora Von Mitteleuropa Dinophyceae (Dinoflagellida). – Lubrecht & Cramer Ltd., 1990. – 273 pp.
10. Guiry M.D., Guiry G.M. 2025. AlgaeBase. World-wide electronic publication, University of Galway. <https://www.algaebase.org>
11. Оксюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал, 1993. – Т. 29. – Вып. 4. – С. 62-76.
12. Гелашвили Д.Б., Широков А.И., Нижегородцев А.А., Маркелов И.Н. Ядовитые животные и растения России и сопредельных стран: Монография: В 2 т. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2020. – Т. 1. – 528 с.; – Т. 2. – 547 с.
13. Китаев С.П. Основы общей лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск, 2007. – 395 с.
14. Протасов В.Ф., Матвеев А.С., Экология: Термины и понятия. Стандарты, сертификация. Нормативы и показатели: Учеб. и справочное пособие. М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.
15. Корнева Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги / Л.Г. Корнева. Кострома: Костромской печатный дом, 2015. – 284 с.
16. Журова Д.А., Воденеева Е.Л. Доминирующие виды фитопланктона Чебоксарского водохранилища в летний сезон 2022 года // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 25, № 5, 2023. – С. 125-131.
17. Поляк Ю.М., Сухаревич В.И., Поляк М.С. Цианобактерии и их метаболиты. СПб.: Нестор-История, 2022. – 328 с.
18. Унифицированные методы исследования качества вод: Атлас сапробных организмов. – М., 1977. – 227 с.
19. Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод. – М., 1975. – Ч. 3. – 176 с.

PHYTOPLANKTON OF THE UPPER RIVER PART OF CHEBOKSARY RESERVOIR (AS OF 2025)

Dmitry A. Nikishin, Natalya A. Startseva

Abstract. Based on the data from 2025, the phytoplankton of the upper river section of the Cheboksary reservoir (from Nizhny Novgorod to Lyskovo), which is experiencing significant anthropogenic impact, was studied. The contribution of different groups of algae to the composition and structure of the algal communities of the studied site has been determined. The analysis of water quality by phytoplankton was carried out, potentially dangerous algae producing toxins were identified.

Keywords: phytoplankton, mass development, water quality, toxins, Cheboksary reservoir, upper river part.