



«ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА»
(«ВОЛГА-2025»)

Труды 10-й всероссийской научной конференции
Выпуск 8, 2025 г.



ISBN 978-5-901722-92-3

УДК 556.552: 551.579

ДИНАМИКА ФОСФАТОВ В ВОТКИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Китаев Александр Борисович, к.г.н., профессор кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов

ФГАОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

614900, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Зуев Степан Алексеевич, магистр кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов
ФГАОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

614900, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Аннотация. Дана оценка загрязнения различных частей Воткинского водохранилища фосфатами. Выявлены пространственно-временные закономерности их поведения. Показана загрязненность вод этими компонентами химического состава в районе расположения Пермско-Краснокамского промышленного комплекса, находящегося в верхней части водоема и ее снижение по мере продвижения вниз по течению. В основу исследования положены фондовые материалы ФГУ «Камводэксплуатация» за современный многолетний период (2003-2021 гг.). Оценка поведения фосфатов представлена применительно к разным фазам водного режима водоема.

Ключевые слова: водохранилище, содержание фосфатов в воде, промышленный комплекс, фазы водного режима

Актуальность. Биогенные вещества это жизненно важные элементы для водных экосистем, наличие биогенов в воде в свою очередь определяет возможность существования водных организмов в ней. Биогенные элементы являются одним из основных факторов, влияющих на биологическую продуктивность водных объектов, в особенности на продуктивность водоёмов с замедленным обменом вод. К данным видам элементов можно отнести азот, фосфор, железо, кремний, и др. Эти вещества находятся в воде виде ионов, а также в виде коллоидов. Преобладание тех или иных биогенных элементов в воде также отражается на её качестве и пригодности для нужд водопотребления, из этого следует, что отслеживание пространственной и временной динамики биогенных элементов в водах водохранилища, является важной задачей для эффективного использования водных ресурсов водохранилища.

Изученность и исходные материалы. Вопросам биогенного загрязнения водных объектов уделялось большое внимание, как в прошлом столетии, так и настоящее время. Среди работ, касающихся территории Пермского края следует остановиться на исследованиях сотрудников Пермского госуниверситета [3-7]. Имеется значительное количество работ, связанных с исследованием пространственно-временных изменений биогенных элементов в воде водотоков и водоемов многих регионов России [1-2; 8-15].

Цель настоящего исследования – анализ пространственно-временного изменения биогенных элементов Воткинского водохранилища. В качестве таковых рассмотрены фосфаты. Исходными данными по их содержанию явились фондовые материалы ФГУ «Камводэксплуатация». Исследуемый период – 2003-2021 гг. Фазы водного режима – зимняя сработка, весеннее наполнения и период летне-осенней стабилизации уровня воды в водоеме.

Результаты исследования и их анализ. По среднегодовым данным о концентрации фосфатов в период зимней сработки и весеннего наполнения Воткинского водохранилища трудно судить о их тенденции к росту или падению. Однако на графиках (рис.1) заметно то, что концентрации фосфатов существенно выше в пределах Пермско-Краснокамского промышленного комплекса, чем в нижней части водохранилища. В период сработки водоема концентрация фосфатов находится в пределах от 0,022 до 0,065 мг/дм³, а в период наполнения в пределах от 0,015 до 0,036 мг/дм³.

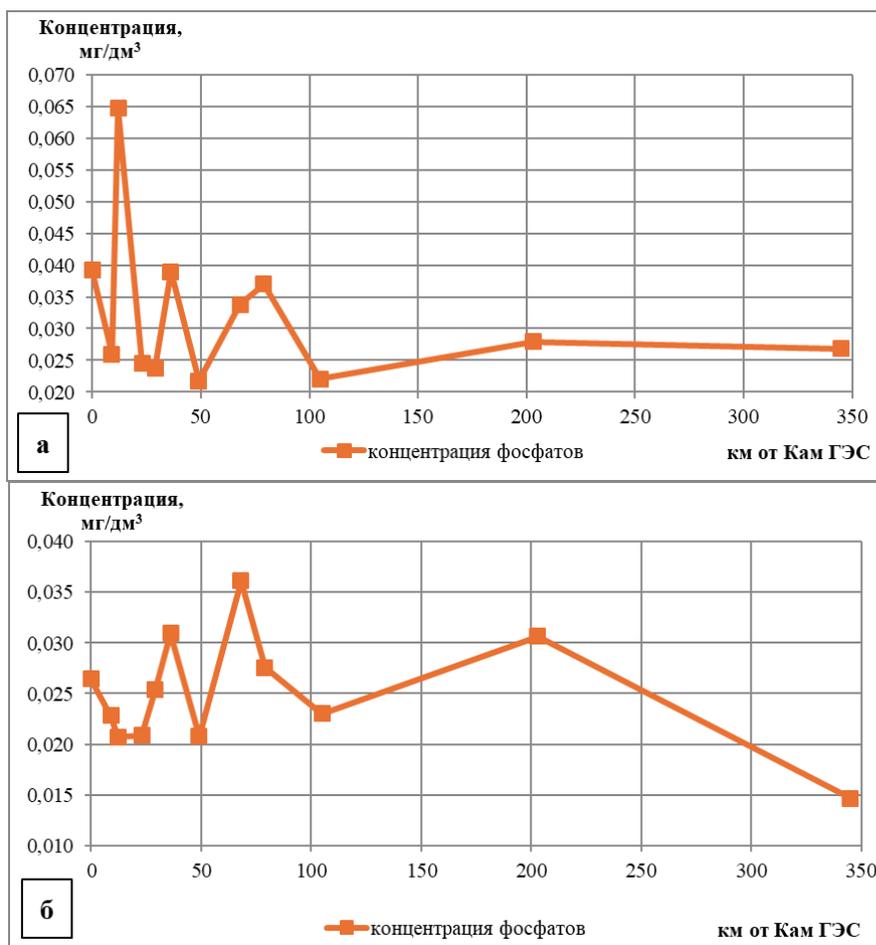


Рис. 1. Изменение концентрации фосфатов по длине Воткинского водохранилища в период: а – зимней сработки, б – весеннего наполнения (за 2003 – 2021 гг.)

В период летне-осенней стабилизации уровня воды в водоеме наибольшие концентрации фосфатов также наблюдаются в пределах промышленного комплекса, значительно превышая их содержание в остальной части водохранилища. Далее вниз по течению наблюдается постепенное снижение значений содержания фосфатов (рис. 2).

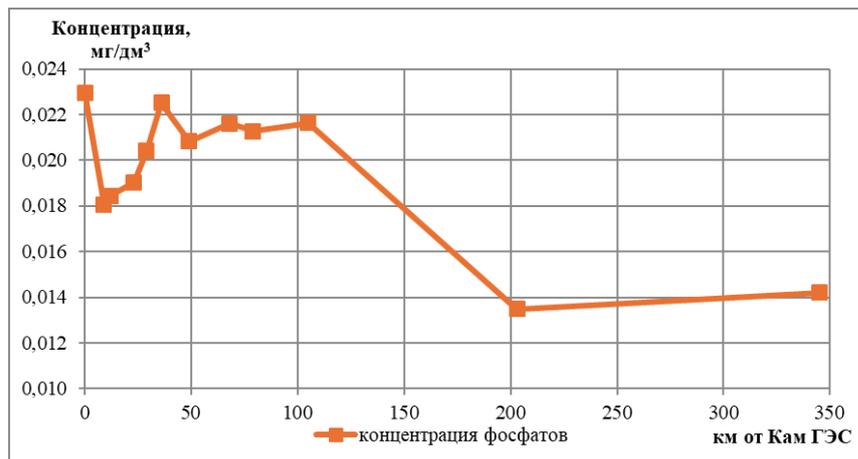


Рис. 2. Изменение концентрации фосфатов по длине Воткинского водохранилища в период летне-осенней стабилизации (за 2003 – 2021 гг.)

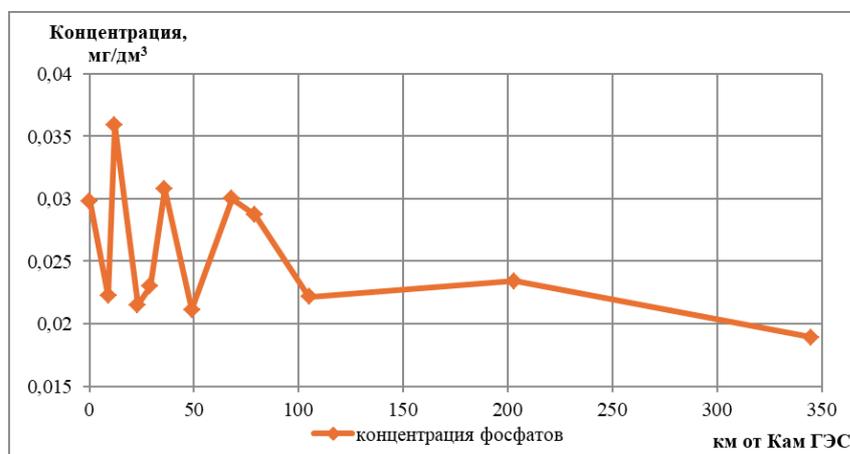


Рис. 3. Изменение среднееголетней концентрации фосфатов по длине Воткинского водохранилища (за 2003 – 2021 гг.)

Проанализировав данные среднееголетних концентраций фосфатов по фазам (сезонам) регулирования водохранилища какой либо вывод можно сделать только на основе данных за время летне-осенней стабилизации уровня воды. В остальные фазы режима водоема таких данных недостаточно. Концентрация возрастает на участке от Камской ГЭС до пгт Уральский как и для других биогенных веществ. Далее происходит постепенное снижение содержания фосфатов к г. Чайковский. Такая же тенденция наблюдается и при среднегодовом выражении данных о концентрации. Превышения значений ПДК_{р/х} не отмечалось (рис. 3).

Во время зимней сработки водохранилища концентрация фосфатов возрастала с удалением от Камской ГЭС в средневодный и маловодный периоды, а также содержание вещества увеличивалось в момент весеннего наполнения в средневодный период. В остальных случаях отмечается тренд к медленному спаду концентраций по длине водохранилища. Изменение содержания фосфатов в водах Воткинского водохранилища маловодного и многоводного периодов во время зимней сработки и весеннего наполнения водоема подчиняется вышеупомянутой зависимости, что с увеличением водности падает концентрация вещества в результате разбавления (рис. 4).

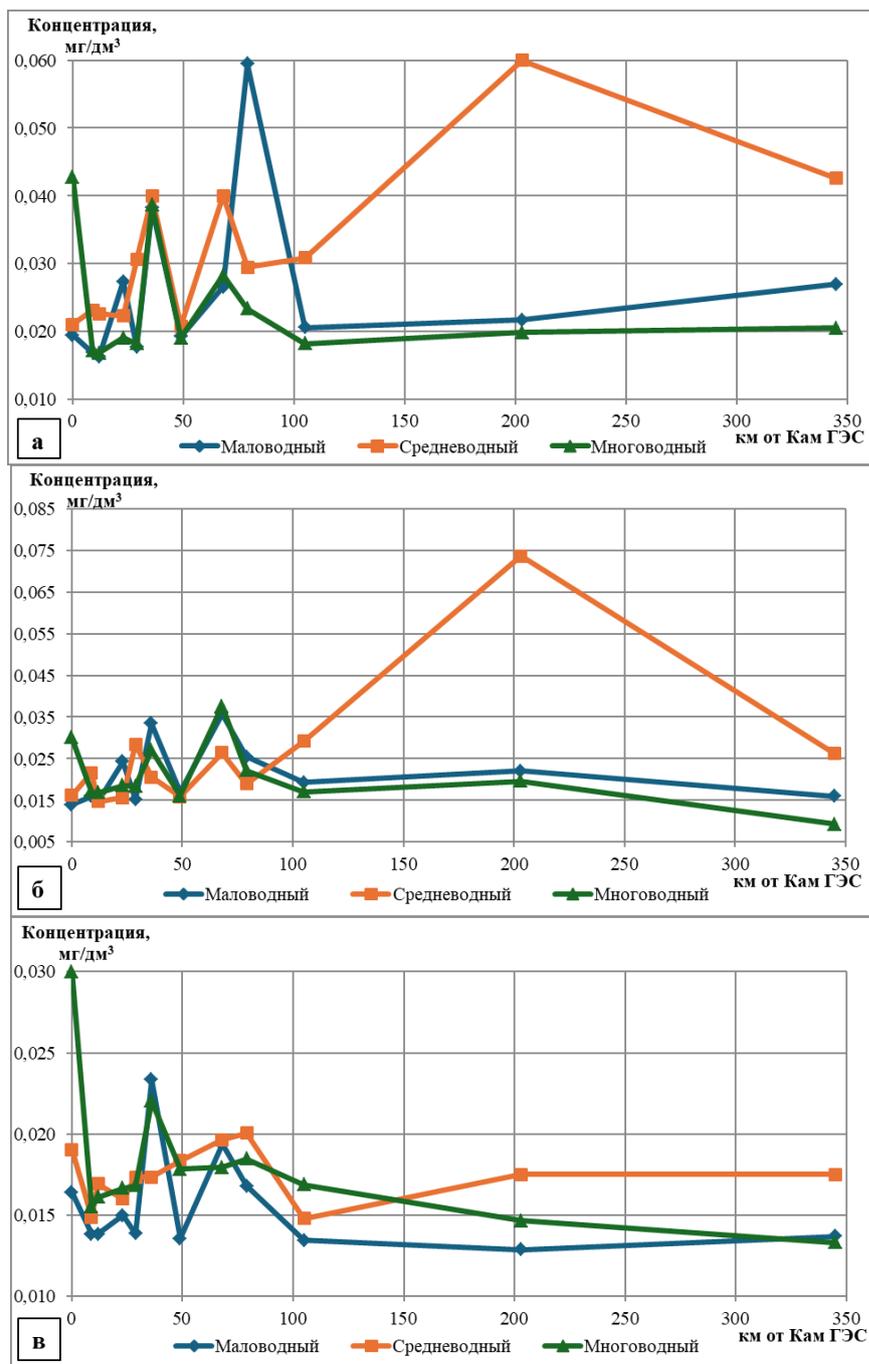


Рис. 4.. Изменение концентрации фосфатов по длине Воткинского водохранилища во время: а – зимней сработки, б – весеннего наполнения, в – летне-осенней стабилизации в различные по водности периоды (2003 – 2021 гг.)

Выводы. 1) Связь между многолетними величинами концентрации фосфатов и протяжённостью водохранилища в периоды зимней сработки водоема и его весеннего наполнения недостаточно четко выражена, чтобы судить о какой-либо тенденции. Можно говорить о слабой тенденции снижения содержания фосфатов от промышленного комплекса к плотине Воткинской ГЭС. Но в фазу летне-осенней стабилизации уровня воды эта тенденция к спаду концентраций по длине водного объекта достаточно четко выражена.

2) По результатам обработки исходных данных превышения предельно допустимых концентраций фосфатов в воде Воткинского водохранилища не отмечалось.

Список литературы:

1. Георгиевский В.Ю., Алексеев Л.П., Брюханов А.Ю., Георгиевский Д.В., Голосовский П.А., Грек Е.А., Костко В.В., Кузнецова О.М., Молчанова Т.Г., Обломкова Н.С., Фуксова Т.В. Оценка и прогноз выноса биогенных веществ с российской части бассейна реки Западная Двина на территорию республики Беларусь // Известия РАН. Серия географическая. 2022. Т.86. №2. С.243-254.
2. Даценко Ю.С. Эвтрофирование водохранилищ: монография. М.: ГЕОС, 2007. 252 с.
3. Двинских С.А., Китаев А.Б. Комплексные исследования Воткинского водохранилища и оценка его влияния на природу. Пермь. 2007. 250 с.
4. Двинских С.А., Китаев А.Б., Зуева Т.В. Гидрохимическая характеристика вод камских водохранилищ в районе водозаборов Перми // Географический вестник. 2008. №2. С 155-166.
5. Двинских С.А., Вострокнутова Ю.О., Китаев А.Б. Роль техногенного железа в формировании его содержания в воде Камского и Воткинского водохранилищ // Географический вестник. 2015. №4. С 18-25.
6. Кайгородов Р.В. Содержание биогенных элементов в воде бессточных открытых водоемов Тюменской области // Успехи современного естествознания. 2021. №12. С.127-131.
7. Келлер И.А., Китаев А.Б. Динамика биогенных веществ в Воткинском водохранилище // Географический вестник. 2011. №3. С 27-35.
8. Кондратьев С.А., Казьмина М.В., Шмакова М.В., Маркова Е.Г. Метод расчета биогенной нагрузки на водные объекты // Региональная экология. СПб: НИЦЭБ РАН, 2011. С.50-59.
9. Корнилов А.Г., Киселев В.В., Куренина В.А., Лопина Е.М., Боровлев А.Э. Биогенное загрязнение водных объектов в сельскохозяйственных районах Белгородской области // Региональные геосистемы. 2023. Т.47. №1. С.76-87.
10. Маккаев П.Н., Полухин А.А., Селиверстова А.М., Степанова С.В. Динамика биогенных элементов приустьевом районе реки Лены: результаты экспедиций в сентябре 2015 и 2017 гг. // Арктика: экология и экономика. 2018. № 2 (30). С 56-67.
11. Попов А.Н. Допустимый привнос Биогенных элементов в водоемы с замедленным и умеренным водообменном // Водное хозяйство России. 2020. №4. С. 68-87.
12. Хафизов А.Р., Полева А.О., Валитов С.А., Шарифеева А.В., Камалетдинова Л.А., Гайсин И.З. Оценка биогенного загрязнения воды Павловского водохранилища на реке Уфа // Водное хозяйство России. 2019. №4. С.196-208.
13. Щербakov В.И., Кузнецова Н.В., Щукина Т.В., Шевченко Р.С. Биогенное загрязнение водных объектов и возможности устранения последствий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. Астрахань, 2020. №4(34). С.66-69.
14. Ясинский С.В., Веницианов Е.В., Вишневская И.А. Диффузное загрязнение водных объектов и оценка выноса биогенных элементов при различных сценариях землепользования на водосборе // Водные ресурсы. 2019. Т.46. №2. С. 232-244.
15. Ясинский С.В., Кашутина Е.А., Сидорова М.В., Нарыков А.Н. Антропогенная нагрузка и влияние водосбора на диффузный сток биогенных элементов в крупный водный объект (на примере водосбора Чебоксарского водохранилища) // Водные ресурсы. 2020.Т.47. №5. С.630-648.

PHOSPHATE DYNAMICS IN THE VOTKINSKOE RESERVOIR

Alexander B. Kitaev, Stepan A. Zuev

Abstract. The article provides an assessment of the pollution of various parts of the Votkinsk Reservoir with phosphates. Spatio-temporal patterns of their behavior are revealed. The article shows the pollution of waters with these components of chemical composition in the area of the

Perm-Krasnokamsk industrial complex, located in the upper part of the reservoir, and its decrease as it moves downstream. The study is based on the archive materials of the Federal State Institution "Kamvodekspluatatsiya" for the modern long-term period (2003-2021). The assessment of the behavior of phosphates is presented in relation to different phases of the water regime of the reservoir.

Key words: reservoir, phosphate content in water, industrial complex, phases of the water regime