



УДК 574

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В
РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИИ «ПЛАВУЧИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Мингазова Нафиса Мансуровна, проф., д.б.н., зав. кафедрой природообустройства и водопользования ИУЭФ КФУ. Казань, Межлаука 1а

Набеева Эльвира Габдулхаковна, к.б.н., доц. кафедры природообустройства и водопользования ИУЭФ КФУ. Казань, Межлаука 1а

Чебан Егор Юрьевич, д.т.н., профессор кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов Волжский государственный университет водного транспорта 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Павлова Любовь Ромэновна, спец. по УМР кафедры природообустройства и водопользования ИУЭФ КФУ. Казань, Межлаука 1а

Яковлева Е.А., магистрант кафедры природообустройства и водопользования ИУЭФ КФУ. Казань, Межлаука 1а

Работы финансировались грантом Русского Географического Общества (РГО)

Аннотация. В данной работе проведен анализ состояния Куйбышевского водохранилища на участке от города Казани до Сорочьих гор по физико-химическим показателям, полученным в ходе экспедиций «Плавучий университет» в 2020-2022 гг. Общая экологическая обстановка по физико-химическим показателям по эколого-санитарной классификации соответствует разрядам от «слабо» до «умеренно загрязнённой» воды. Индекс загрязнённости воды (ИЗВ), учитывающий загрязняющие вещества, относит воды к «загрязненным» -«грязным»). Отрицательных тенденций в изменении качества вод не обнаружено.

Ключевые слова: качество воды, водохранилище, гидрохимия, донные отложения.

Экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна» проводятся с 2015 года с использованием учебного теплохода Волжского государственного университета водного транспорта (ВГУВТ г. Нижний Новгород) «Петр Андрианов» и маломерного флота.

Правобережье Куйбышевского водохранилища слагает Приволжская возвышенность. В рельефе выделяются отдельные гряды холмов, которые носят название «горы». В пределах РТ это Услонские (напротив Казани), Сюкеевские (южнее пристани Камское Устье), Тетюшские (близ города Тетюши) и Щучьи (восточнее села Большие Тарханы) горы. Водное зеркало Куйбышевского водохранилища имеет сложную

конфигурацию. Расширенные участки (15–20 км) чередуются с узкими проливами, ширина которых не превышает 3–5 км. Различают 8 плесов, 4 из которых находятся в пределах Татарстана: Волжский, Волго-Камский, Камский, Тетюшский [1, 2].

Общая экологическая обстановка в Куйбышевском водохранилище считается относительно удовлетворительной, а средний показатель загрязнённости воды по всему водоёму соответствует классу «умеренно грязных вод». Тем не менее, в местах расположения крупных населённых пунктов (особенно тех, где развита промышленность и производится сброс сточных вод) — качество воды значительно хуже.

Участок Куйбышевского водохранилища от г. Казани до г. Болгар был исследован сотрудниками и студентами кафедры Природообустройства и водопользования в августе 2020 г. в ходе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна-2020» (при финансовой поддержке Русского географического общества). Физико-химические показатели качества воды изучались в районе г. Казани, выше и ниже очистных сооружений (на 3-х станциях).

В июле 2021 г. в ходе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна-2021» исследования по физико-химическим показателям (прозрачности, температуре, запаху, цвету воды, содержанию кислорода, электропроводности, рН) проводились на 18 станциях на участке от г. Казани до Сорочьих Гор, преимущественно по районам около г. Казани, Камское Устье, н.п. Рыбная слобода, г. Болгар). Полный химический анализ проб воды и донных отложений, отобранных в районе г. Казани, выше и ниже очистных сооружений проводился в аттестованной лаборатории (с 3-х станций). Измерения физико-химических показателей проводились с помощью полевых приборов: содержания кислорода и температуры – с помощью оксиметра, электропроводности – с помощью кондуктометра, активной реакции среды – с помощью рН-метра. Также для отбора проб на разных глубинах (дно, средняя глубина, поверхность) использовался гидрологический батометр. При анализе данных 2021 г. вся территория отбора проб была разделена на 3 участка: к первому участку относились станции отбора проб воды, которые были отобраны на протяжении от г. Казани до Камского устья, второй участок – от Камского устья до г. Болгар, третий - от Камского устья до Сорочьих гор [4].

В период с 21 по 22 июля 2022 года в ходе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна-2022» исследования проводились на 12 станциях, на участке от г. Казани до острова-града Свяжск.

Для комплексной оценки качества воды Куйбышевского водохранилища, с учетом разнообразных свойств водного объекта, нами использовалась эколого-санитарная классификация (ЭСК) поверхностных вод суши [3], по которой на основе гидрофизических и гидрохимических показателей можно отнести воду изучаемого объекта к определенному классу и разряду качества воды с соответствующим средним ранговым показателем (РП), а также определить его трофический статус.

По гидрофизическим показателям воды Куйбышевского водохранилища в августе 2020 г. в районе г. Казани выше и ниже очистных сооружений было выявлено, что прозрачность воды составляет около 1,5 м, при желтовато-коричневатом и темно-желтым цвете воды, электропроводность составляет 340-350 мкСм/см, содержание кислорода на глубине 13-20 м низкое (63 - 52 %, ниже ПДК). Содержание растворенного кислорода характеризовало по ЭСК воду поверхностного слоя как «предельно» и «вполне чистую», на глубине 13 м как «слабо загрязнённую», а на глубине 20 м по руслу как «сильно загрязнённую».

Тип воды – гидрокарбонатно-кальциевый. Минерализация воды – средняя, составляла 237-309 мг/дм³. Значения жесткости воды составляли 2,8-3,1 мг-экв./л, что характеризует воду станции 1 как «мягкую», станции 3 – как «умеренно жёсткую».

Были выявлены небольшие превышения по биогенным веществам. Содержание аммония составило до 2,7 ПДК в придонном слое станции 1; по содержанию нитритов выявлено превышение ПДК в 1,1-1,2 раза в поверхностном слое; по содержанию нитратов – 1,2-1,5 ПДК на всех точках отбора. Наибольшие превышения были отмечены по

органическим веществам. Так, БПК₅ составило 7,5-11 ПДК на всех точках отбора, ХПК в поверхностном слое – 2,7-2,8 ПДК, на глубине 20 м станции 2 – в 1,2 ПДК, на глубине 13 м станции 1 – 8,4 ПДК. Содержание железа и нефтепродуктов находилось в норме. Концентрация АПАВ в поверхностном слое на станции 2 составила 4,8 ПДК.

По физико-химическим показателям по ЭСК качество воды соответствует разрядам от «слабо» до «умеренно загрязнённой» воды, со средними ранговыми показателями, вычисленными по семи показателям, равными 4,7 – 6,0, что соответствует разрядам от «слабо» до «умеренно загрязнённой» воды. Индекс загрязнённости воды (ИЗВ), учитывающий загрязняющие вещества, показывает на худшие условия – от 3,1 (класс «загрязненной» воды) до 4,5 (класс «грязной» воды). Таким образом, по физико-химическим показателям в августе 2020 г. было выявлено значительное влияние города на качество воды.

Исследованиями экспедиции в июле 2021 г. было охвачен большой район исследований – 18 станций по гидрофизическим показателям и повторно анализировались станции выше и ниже очистных сооружений г. Казани на полный анализ воды и содержание загрязняющих веществ.

В июле 2021 г. лучшие показатели качества воды по гидрофизическим показателям отмечались на участках в районе до Камского Устья (ниже г. Казани), самого Камского Устья, н.п. Болгар, Сорочьих гор. Прозрачность воды здесь доходила до 1,8 м, цвет воды по шкале цветности соответствовал преимущественно желтовато-зеленоватому и желтоватому. «Цветение» воды на участках ниже г. Казани, Камском Устье, в районах Сорочьих Гор и н.п. Болгар наблюдалось в основном на мелководных участках. Ближе к г. Казани прозрачность воды снизилась до 1,2-1,4 м, цвет воды отмечался преимущественно желтовато-коричневатый или коричневатый. Характерны большие площади «цветения» воды по акватории. Таким образом, по гидрофизическим показателям очевидно воздействие города на качество воды.

Электропроводность воды колебалась по участкам, составляя на волжском участке водохранилища 338-370 мкСм/см. Водородный показатель везде был в пределах ПДК, при этом в районе г. Казани его значения были выше (до 8,7), чем на остальных участках (рН преимущественно 6-7). Содержание кислорода во всех точках отборов соответствовало уровню выше ПДК, но в некоторых районах было близко к ПДК, вероятно, в связи с жаркой погодой и «цветением» (эвтрофированием).

Наибольшее внимание по физико-химическим показателям было уделено в исследованиях району г. Казани, выше и ниже очистных сооружений. В районе г. Казани содержание кислорода характеризует воду по категориям ЭСК как «очень» и «достаточно чистую» выше и ниже очистных сооружений, соответственно. Активная реакция среды соответствует разряду «слабо загрязнённой» воды, что обычно наблюдается летом при обильном размножении фитопланктона. Судя по показателям удельной электропроводности, вода характеризуется «средней» минерализацией.

Из соединений биогенных элементов определялись: аммоний, концентрации которого соответствовали по ЭСК разрядам «предельно» и «очень чистой» воды; нитраты, содержание которых характеризовало воду как «очень чистую»; фосфаты, концентрация которых соответствовала разряду «умеренно загрязнённой» выше очистных сооружений и «слабо загрязнённой» ниже очистных сооружений. Содержание вышеперечисленных ингредиентов находилось в пределах нормы. Содержание нитритов превышало ПДК в 2,3-2,5 раза и соответствовало разряду «сильно загрязнённой воды».

Величина химического потребления кислорода (ХПК), являющегося показателем количества растворённых органических веществ, составляла 1,3 ПДК выше очистных сооружений г. Казани и характеризовала воду как «умеренно загрязнённую». Ниже очистных сооружений величина данного показателя находилась в пределах нормы и соответствовала разряду «вполне чистой» воды.

Оценка по эколого-санитарной классификации (ЭСК) качества поверхностных вод, основанная на расчёте среднего рангового показателя (РП) по 7 ингредиентам (рН,

содержание кислорода, аммония, нитратов, нитритов, фосфатов и ХПК) показала, что качество воды точек отбора соответствовало разряду «достаточно чистой» со средними ранговыми показателями 4,0-4,1. Следует отметить, что ЭСК не учитывает наличие загрязняющих веществ и тяжёлых металлов, поэтому для оценки качества вод, загрязняемых промышленными стоками, необходимо использовать сравнение с ПДК.

Из загрязняющих веществ определялись нефтепродукты, АПАВ, тяжёлые металлы. Концентрации АПАВ составляли 1,2 ПДК в обеих точках отбора. По нефтепродуктам на момент исследований превышений не было. Из тяжёлых металлов определялись железо и марганец. Оба ингредиента превышали норму: содержание железа составляло 1,9 ПДК; содержание марганца выше очистных сооружений составляло 21,6 ПДК, ниже очистных - 4 ПДК.

При анализе проб донных отложений обнаружено, что содержание нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ в пробах, отобранных выше очистных сооружений выше, чем в пробах, отобранных ниже очистных сооружений. Содержание АПАВ не превышает предельно допустимые концентрации на обеих станциях, а содержание нефтепродуктов на обеих станциях превышает ПДК более, чем в 5 раз.

В сравнительном отношении показатели качества воды Куйбышевского водохранилища в районе г. Казани за 2021 г. по ЭСК были несколько лучше по сравнению с показателями за 2020 г. (РП составляло 4,7-6,0 в 2020 г., 4,0-4,1 в 2021 г.).

В июле 2022 г. в ходе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна-2022» был исследован участок Куйбышевского водохранилища от острова-града Свияжск до Казани. Был проведен анализ проб воды с 12 станций. При проведении анализа станции были разделены на участки: первый участок – около острова Свияжск, второй участок – в районе поселка Набережные Моркваши и третий участок – около г. Казань.

Содержание кислорода во всех пробах соответствовало уровню выше ПДК, но в некоторых районах было близко к ПДК, что можно объяснить жаркой погодой и «цветением» (эвтрофированием). Водородный показатель был в пределах ПДК, однако в районе Казанского грузового речного порта достигал отметки 8,7. Электропроводность на всем участке колебалась от 314 до 379 мкС/см. Самая высокая электропроводность отмечалась в районе г. Казань в пробах воды, отобранных на станции около Казанского грузового речного порта.

Оценка по ЭСК показала, что качество воды поверхностного слоя соответствовало разряду «вполне чистой» с РП 3,4, придонного слоя – «достаточно чистой» с РП 3,8-4,0. Для участка вблизи г. Казани состояние воды в пробах всегда отмечалось хуже, чем в пробах, отобранных на других участках. По показателям удельной электропроводности вода характеризуется «средней» минерализацией. Анализ проб показал, что содержание кислорода в пробах выше и ниже очистных сооружений значительно различается, что показывает влияние очистных сооружений на качество воды в Куйбышевском водохранилище.

Анализ состояния Куйбышевского водохранилища привел к некоторым выводам:

1. Общая экологическая обстановка в Куйбышевском водохранилище на исследуемой акватории в 2020-2022 гг. считается относительно удовлетворительной, а средний показатель загрязнённости воды по всему водоёму соответствует классу «умеренно грязная».

2. По физико-химическим показателям по ЭСК качество воды соответствует разрядам от «слабо» до «умеренно загрязнённой» воды. Индекс загрязнённости воды (ИЗВ), учитывающий загрязняющие вещества, показывает на худшие условия - от 3,1 (класс «загрязненной» воды) до 4,5 (класс «грязной» воды).

3. В районе г. Казани содержание кислорода характеризует воду по категориям ЭСК как «очень» и «достаточно чистую» выше и ниже очистных сооружений, соответственно; качество воды точек отбора соответствовало разряду «достаточно чистой».

5. Показатели качества воды Куйбышевского водохранилища в районе г. Казани за 2021 г. по эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод были несколько лучше по сравнению с показателями за 2020 г.

6. При сравнении качества воды исследуемого участка в 2020- 2022 годах можно сделать вывод, что отрицательных тенденций в его изменении в целом не обнаружено. Для участка вблизи г. Казани состояние постоянно хуже, чем на других участках (выше и ниже), что связано с действием выпуска городских очистных сооружений и влиянием города.

Список литературы:

1. Носкова, О. Л., Розенберг, Г. С. История создания Куйбышевского водохранилища / О. Л. Носкова, Г. С. Розенберг // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – №. 1-1. – С. 222- 226.
2. Розенберг Г.С., Выхристюк Л.А., Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) / Отв. ред. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. – 123 с.
3. Романенко В.Д., Окснюк О.П., Жукинский В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. – Киев: Наукова Думка, 1990. – 255 с.
4. Мингазова Н.М., Набеева Э.Г., Чебан Е.Ю., Павлова Л.Р., Яковлева Е.Е., Путинцев Р.Р., Мак К.К., Сиво Л.Л., Шавалиева А.А. Гидрохимическая характеристика Куйбышевского водохранилища (по материалам экспедиции «Плавучий университет»//Труды 6-й всероссийской научной конференции «Проблемы экологии Волжского бассейна» («ВОЛГА-2021»). Выпуск 4.- г. Н.Новгород, 2021.

WATER QUALITY ASSESSMENT OF KUIBYSHEV RESERVOIR IN THE TATARSTAN REPUBLIC ACCORDING TO THE EXPEDITION "FLOATING UNIVERSITY"

Nafisa M. Mingazova, Elvira G. Nabeeva, Egor Yu. Cheban,
Lubov R. Pavlova, Ekaterina A. Yakovleva

Abstract. In this paper, the analysis of the state of the Kuibyshev reservoir in the area from the city of Kazan to the Sorochy Mountains was carried out according to the physico-chemical indicators obtained during the Floating University expeditions. The general ecological situation in terms of physico-chemical indicators of the ESC corresponds to the discharges from "weakly" to "moderately polluted" water. The index of water pollution (IZV), which takes into account pollutants, classifies waters as "polluted" - "dirty". No negative trends in the change in water quality were found.

Keywords: water quality, reservoir, hydrochemistry, bottom sediments.