



ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПАВЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.В. Овсянникова, Л.Р. Асфандиярова, Г.В. Хакимова, М.С. Лузина,
Г.С. Латыпова, Н.Ф. Шафеева

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке, РФ, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, пр. Октября, 2
E-mail: inna.ovsyannikova.80@mail.ru

Приведены результаты исследования эвтрофицированности поверхностных вод Павловского водохранилища в районе УНПП «СОЛУНИ» по методике ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013. В качестве «коэффициента эвтрофикации» использовали показатель средней длины проростков кресс-салата сорта «Забава». Проведенные исследования показывают, что эвтрофицированность поверхностных вод Павловского водохранилища в 2022 г. ниже, чем в исследуемых водах в 2012 и 2013 гг. Полученные результаты могут быть положены в основу создания модели прогнозирования процессов эвтрофикации, токсикации и эмиссии климатически активных газов.

Ключевые слова: биотестирование, кресс-салат, поверхностные воды, токсичность, коэффициент корреляции, эвтрофикация, парниковые газы.

Поступила в редакцию: 26.05.2023. После доработки: 20.07.2023.

Введение. Строительство плотин на реках в настоящее время рассматривается как механическое загрязнение окружающей среды. При создании водохранилищ замедляется и останавливается течение. Это приводит к аккумуляции значительного количества биогенных и органических веществ в зоне подпора, в которой образуется обширная площадь затопления. Дно служит дополнительным фактором обогащения воды биогенными и органическими веществами за счет выщелачивания из почвы и разложения затопленной растительности. Изменяется температурный и световой режим, а усиливающееся заиливание снижает содержание кислорода в толще воды [1], приводя к усилению эмиссии парниковых газов с поверхности водоемов.

Павловское водохранилище образовано плотиной Павловской ГЭС на р. Уфа, на территории Республики Башкортостан. Заполнение Павловского водохранилища происходило в 1959–1961 гг. Площадь 120 км², объём 1,41 км³, длина 150 км, наибольшая ширина 2 км, средняя глубина 11,8 м. Уровень водохранилища колеблется в пределах 11,5 м. Осуществляет сезонное регулирование стока. Со-

здано для развития энергетики, водного транспорта, лесосплава и водоснабжения. Основными источниками поступления в водохранилище техногенных веществ являются: затопленная древесина, сельскохозяйственные (минеральные удобрения, стоки животноводческих ферм, пестициды и ядохимикаты), коммунальные, промышленные стоки Челябинской, Свердловской областей и Башкортостана [2]. Общее количество только трех биогенных элементов, ежегодно поступающих в Павловское водохранилище, составляет около 17400 тонн (азота – 9200, фосфора – 2500 и калия – 5700). В экологическом мониторинге поверхностных вод должна фиксироваться пространственно-временная динамика анализируемых показателей. В то же время число веществ-загрязнителей, способных влиять на экологическое состояние биоты, превышает миллион наименований, и ежегодно синтезируется свыше четверти миллиона новых веществ [3]. Необходимость отыскать оптимальное соотношение между массой анализов различных объектов, как важного фактора обеспечения качества жизни человека, и в то же время уменьшить экономические про-

блемы, связанные с затратами на подобный анализ, привели к развитию тест-методов химического анализа, включающих биологические тест-методы (биотестирование) [4–6]. Кроме того, в результате преобразований в природной среде происходит синтез новых соединений, которые могут быть токсичнее исходных ингредиентов. Примерами таких веществ могут быть метилртуть, соединения тяжелых металлов с детергентами, пестицидами и т.д.

Целью данной работы было изучение динамики изменения показателей эвтрофицированности поверхностных вод Павловского водохранилища в районе УНПП «СОЛУНИ» по методике ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013 [7]. Биотестирование проводилось с использованием семян кресс-салата сорта «Забава».

Материалы и методы. Изучение уровня эвтрофикации на Павловском водохранилище были начаты еще в 2011 году сотрудниками филиала ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке под руководством профессора Зейферта Д.М. Отбор проб велся по 4 створам.

В данной статье результаты эксперимента представлены за 2012 г, 2013 г. и 2022 г. (рис. 1).

Эксперимент проводили в лабораторных условиях. В чашках Петри на фильтровальную бумагу раскладывали 30 семян кресс-салата. Затем из анализируемых проб готовили ряд следующих разбавлений: 1:2, 1:4, 1:8 и 1:16. Для разбавления и в качестве контроля использовали дистиллированную воду. Опыт проводили в трех повторениях. В каждую чашку Петри с семенами кресс-салата вносили по 5 мл исходной пробы и пробы с разведением водой 1:2, 1:4, 1:8 и 1:16. На седьмые сутки после начала эксперимента измеряли всхожесть семян (%), среднюю длину проростка (мм) и средний сухой вес проростка (мг). Коэффициенты корреляции рассчитывались для 15 пар наблюдений, при которых достоверными считались $r > 0,514$ при доверительной вероятности 95% [8, 9]. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica_5.0. В качестве «коэффициента эвтрофикации» использовали показатель средней длины проростков кресс-салата в неразбавленной пробе.

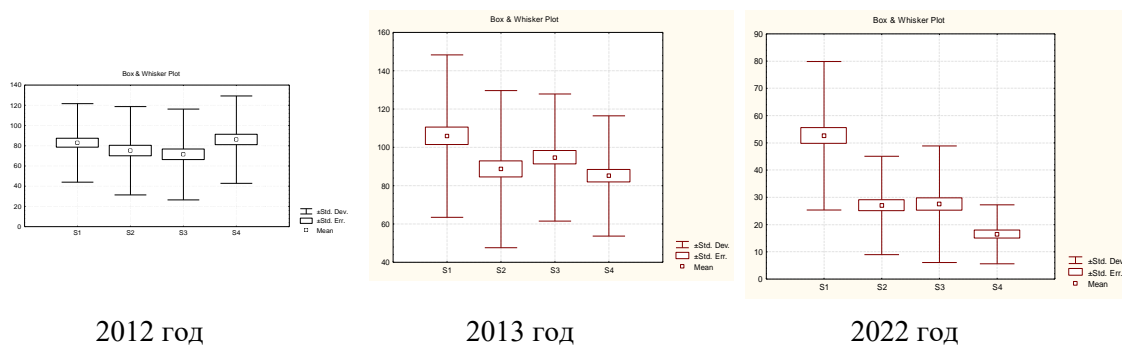


Рис. 1. Величины индекса «эвтрофицированности воды» (мм) на разных участках отбора проб
Fig. 1. Values of the "eutrophication of water" index (mm) at different sampling sites

Результаты. В 2012 году, учитывая, что данный год отличался короткой весной и ранним ходом летних температур, величины индексов эвтрофикации достоверно различались в створах 3 и 4.

В августе 2013 года так же было выявлено достоверное действие токсично-

сти по всхожести ($r = 0,68$), в то время как на створе 3 выявлен достоверный эффект эвтрофикации ($r = - 0,54$), в отношении средней длины проростков эффекты эвтрофикации выявлены на створах 3 и 4 ($r = - 0,62$ и $r = - 0,93$ соответственно). В августе 2013 года зафиксированы достовер-

ные различия в величине индексов эвтрофикации между створами 1, 2 и 4, а также между створами 3 и 4.

В августе 2022 года, во время отбора проб поверхностных вод павловского водохранилища параллельно проводились измерения эмиссии парникового газа CO₂ в точках отбора проб с помощью газоанализатора ПГА-1.

Наименьший индекс эвтрофикации в 2022 году был зафиксирован на створе 2. Эмиссия CO₂ на этом створе составила 145 ppm. Наибольший индекс эвтрофикации наблюдался на створе 3, следует отметить, что и максимальное значение эмиссии CO₂ так же было зафиксировано на створе 3 (рис. 2).

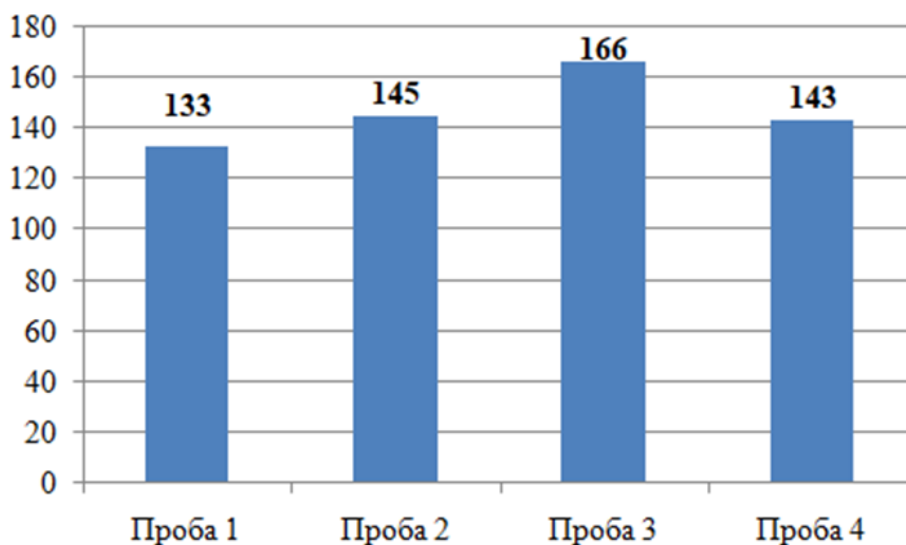


Рис. 2. Результаты измерения с поверхности водного объекта эмиссии CO₂, ppm
Fig. 2. Results of measurement of CO₂ emissions from the surface of a water body, ppm

Заключение. Проведя сравнительный анализ полученных результатов индексов эвтрофикации, полученных в 2022 г. с исследованиями, проведенными ранее в 2012–2013 гг., можно сделать вывод, что эвтрофицированность поверхностных вод Павловского водохранилища в 2022 г. ниже, чем в исследуемых водах 2012 г. и 2013 г. Однако продолжительность исследований пока не позволяет сделать заключение о повышении или снижении уровня эвтрофикации и изменении эмиссии парниковых газов на исследуемом участке Павловского водохранилища. Необходимо дальнейшее продолжение исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусева К.А. «Цветение» воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. // Труды всесоюзного гидробиологического общества. М.: Изд-во АН СССР. 1952. С. 3–92.
2. Zeifert D.V., Abdrashitov Ya.M., Bakhonina E.I., Ovsyannikova I.V. Ecological monitoring perspectives from biotesting of surface waters: a study of pavlovsk reservoir // Journal of Environmental Science and Engineering. 2013. Т.2. № 11. С. 621–628.
3. Булгаков Н.Г. Контроль природной среды как совокупность методов биоиндикации, экологической диагностики и нормирования // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: Обзорная

информация. ВИНТИ. 2003. № 4. С. 33–70.

4. Золотов Ю.А. Аналитическая химия: логика развития в 50-90-е годы // Журнал аналитической химии, 1993. Т. 48. № 7. С. 1116–1126.

5. Евгеньев М.И. Тест-методы и экология // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 11. С. 29–34.

6. Шеховцова Т.Н. Биологические методы анализа // Соросовский образовательный журнал. 2000. № 11. С. 17–21.

7. Методика определения токсичности питьевых, грунтовых, поверхностных и сточных вод, растворов химических веществ по измерению показателей всхожести, средней длины и среднего сухого веса проростков семян кресс-салата (*Lepidium sativum*) ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013.

8. Аскарлов Р.Р., Зейферт Д.В., Овсянникова И.В. Сезонная динамика показателей эвтрофицированности поверхностных вод среднего течения р. белой в районе города Стерлитамак // Башкирский химический журнал. 2014. Т. 21. № 1. С. 92–96.

9. Урбах В.Ю. Биометрические методы (статистическая обработка опытных данных в биологии, сельском хозяйстве и медицине). М.: Наука. 1964. 415 с.

10. Знобищева Н.О., Галиев Т.Х., Хатмуллина Р.Р., Овсянникова И.В., Исламутдинова А.А. Изучение токсикологического состояния поверхностных вод реки Ашкадар с использованием методов биотестирования // Системы контроля окружающей среды. 2020. № 2 (40). С. 97–101.

ENVIRONMENTAL MONITORING OF SURFACE WATERS IN THE PAVLOVSKY RESERVOIR

I.V. Ovsyannikova, L.R. Asfandiyarova, G.V. Khakimova, M.S. Luzina, G.S. Latypova, N.F. Shafeeva

Institute of Chemical Technologies and Engineering of Ufa State Petroleum Technical University in the City of Sterlitamak, RF, Republic of Bashkortostan, Sterlitamak, Av. Otyabrya, 2

The paper presents the results of the study of the eutrophication of the surface waters in the Pavlovsky reservoir in the area of the UNPP "SOLUNI" according to the method of HDPE F T 14.1:2:4.19-2013. As a "coefficient of eutrophication", an indicator of the average length of watercress seedlings of the variety "Zabava" is used. The conducted studies show that the eutrophication of the surface waters of the Pavlovsky reservoir in 2022 is lower than in the studied waters of 2012 and 2013. The results obtained can be used, taking into account greenhouse gas emissions and weather factors, as the basis for the model to predict the processes of eutrophication, toxicity and emission of climatically active gases.

Keywords: biotesting, watercress, surface waters, toxicity, correlation coefficient, eutrophication, greenhouse gases.

REFERENCES

1. Guseva K.A. «Cvetenie» vody, ego prichiny, prognoz i mery bor'by s nim ("Blooming" of water, its causes, prognosis and measures to combat it). Trudy vsesojuznogo gidrobiologicheskogo obshchestva, Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1952, pp. 3–92.

2. Zeifert D.V., Abdrashitov Ya.M., Bakhonina E.I., and Ovsyannikova I.V. Ecological monitoring perspectives from biotesting of surface waters: a study of pavlovsk reservoir. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 2013, Vol. 2, No. 11, pp. 621–628.

3. Bulgakov N.G. Kontrol' prirodnoj sredy kak sovokupnost' metodov bioindikacii, ekologicheskoy diagnostiki i normirovaniya (Control of the natural environment as a set of methods of bioindication, environmental diagnostics and rationing). *Problemy okruzhayushhej sredy i prirodnyh resursov: Obzornaya informaciya*, 2003, No. 4, pp. 33–70.

4. *Zolotov Ju.A.* Analiticheskaya himiya: logika razvitiya v 50-90-e gody (Analytical chemistry: the logic of Development in the 50-90 g). *Zhurnal analiticheskoy himii*, 1993, Vol. 48, No. 7, pp. 1116–1126.
5. *Evgen'ev M.I.* Test-metody i ekologiya (Test methods and ecology). *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*, 1999, No. 11, pp. 29–34.
6. *Shehovcova T.N.* Biologicheskie metody analiza (Biological methods of analysis). *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*, 2000, No.11, pp. 17–21.
7. *Methodology* for determining soil toxicity by seed germination and measuring the average length of watercress seedlings (*Lepidium sativum*). UGNTU Department of General Chemical Technology, PND F T 14.1: 2: 4.19-2015, Sterlitamak, 2015
8. *Askarov R.R., Zejfert D.V., and Ovsjannikova I.V.* Sezonnaya dinamika pokazatelej evtroficirovanosti poverhnostnyh vod srednego techeniya reki Beloj v rajone goroda Sterlitamak (Seasonal dynamics of indicators of ev-trofication of surface waters of the middle course of the Belaya River in the district of the city of Sterlitamak). *Bashkirskij himicheskij zhurnal*, 2014, Vol. 21, No 1, pp. 92–96.
9. *Urbah V.Ju.* Biometricheskie metody (statisticheskaya obrabotka opytnyh dannyh v biologii, sel'skom hozyajstve i medicine) (Biometric methods (statistical processing of experimental data in biology, agriculture and medicine). Moscow: Nauka, 1964, 415 p.
10. *Znobishheva N.O., Galiev T.H., Hatmullina R.R., Ovsjannikova I.V., and Islamutdinova A.A.* Izuchenie toksikologicheskogo sostojaniya poverhnostnyh vod reki Ashkadar s ispol'zovaniem metodov biotestirovaniya (Study of the toxicological state of the surface waters of the Ashkadar River using bioassay methods). *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2020, No. 2 (40), pp. 97–101.