

## **Анализ многолетней динамики нитритов и фосфатов в бассейне реки Днепр в пределах Республики Беларусь**

Ивашко Е.А., Волчек А.А., Таврыкина О.М.

*Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь, ivashkoegal@gmail.com*

**Резюме.** Рассматривается концентрация нитрит- и фосфат-ионов в поверхностных водах бассейна реки Днепр. Отражена многолетняя динамика содержания нитритов и фосфатов за период 1991–2021 гг. Отмечается снижение концентраций ионов, начиная с 2010 года.

### **Analysis of long-term dynamics of nitrites and phosphates in the Dnieper River basin within the Republic of Belarus**

Ivashko E., Volchek A., Tavrykina O.

**Summary.** The concentration of nitrite and phosphate ions in the surface waters of the Dnieper River basin is considered. The long-term dynamics of the content of nitrites and phosphates for the period 1991–2021 is reflected. There has been a decrease in ion concentrations since 2010.

Одним из наиболее актуальных вопросов в сфере экологического состояния поверхностных водных объектов является их антропогенное загрязнение. Антропогенное загрязнение поверхностных вод наносит существенный ущерб экосистеме водного объекта, последствия которого непосредственно сказываются на здоровье, экономическом развитии и продовольственной безопасности страны.

Основную нагрузку на водные объекты республики оказывают биогенные элементы – азот и фосфор. В наших исследованиях был проведен анализ по изменению содержания минеральных форм азота и фосфора – нитрит- и фосфат-ионов. Содержание нитритов и фосфатов является важным санитарным показателем, указывающим на загрязнение водного объекта. Повышение концентрации нитрит-ионов указывает на свежее загрязнение, избыточное содержание фосфатов может быть отражением присутствия в водном объекте примесей удобрений, компонентов хозяйственно-бытовых сточных вод, разлагающейся биомассы и т. д. [1, 2].

В случае отсутствия антропогенного загрязнения сезонные колебания содержания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной при разложении органического вещества. Наибольшая концентрация нитритов наблюдается в конце лета, их присутствие связано с активностью фитопланктона (установлена способность диатомовых и зеленых водорослей восстанавливать нитраты до нитритов). Осенью содержание нитритов уменьшается. Одной из особенностей распределения нитритов по глубине водного объекта являются хорошо выраженные максимумы, обычно вблизи нижней границы термоклина и в гипolimнионе, где концентрация кислорода снижается наиболее резко [1].

Минимальные концентрации фосфатов в поверхностных водах наблюдаются обычно весной и летом, максимальные – осенью и зимой. Чрезмерное поступление фосфора в окружающую среду вызывает цветение водорослей, которое влияет не только на органолептические свойства воды, но и сильно ухудшает кислородный режим водного объекта после массового их отмирания [1].

Река Днепр – крупнейший трансграничный водоток, протекающий по территориям трех стран: Российской Федерации, Республики Беларусь и Украины. Длина реки на всем протяжении составляет 2201 км, в пределах Беларуси – 700 км. Площадь водосборной территории в пределах страны – 63,7 тыс. км<sup>2</sup>. Среднегодовой расход воды у границы с Украиной – 11,1 км<sup>3</sup>/год. Уклон реки – 0,09 м/км. Густота речной сети бассейна Днепра на территории Беларуси 0,39 км/км<sup>2</sup> [3, 4, 5, 6].

Воды бассейна Днепра в пределах Республики Беларусь относятся к гидрокарбонатно-кальциевому классу, с умеренной жесткостью, повышенной и средней минерализацией. Антропогенная нагрузка на экосистему р. Днепр в пределах страны формируется под воздействием предприятий жилищно-коммунального хозяйства, машиностроительной,

металлообрабатывающей, химической, топливно-энергетической, деревообрабатывающей, легкой промышленности и сельскохозяйственного производства [4, 5].

С целью организации рационального использования и сохранения водной среды, в том числе и реки Днепр в пределах Республики Беларусь, начиная с 1993 года создана Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС) [7].

Цель работы – оценка многолетней динамики нитритов и фосфатов в воде бассейна реки Днепра за период 1991–2021 гг.

Для проведения анализа динамики нитритов и фосфатов использовались многолетние данные по химическому составу водных объектов, собранные ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» и издания Государственного водного кадастра (ГВК), составленные РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов».

При оценке динамики нитрит- и фосфат-ионов в расчет брался период 1991–2021 гг. Данные для оценки брались по 13 репрезентативным постам, расположенным на водотоках бассейна Днепра: Днепр (Орша, Могилев, Жлобин, Речица, Лоев), Березина (Борисов, Бобруйск), Сож (Кричев, Славгород, Гомель) и Свислочь (Хмелевка, Минск, Королищевичи). Расположение постов наблюдений представлено на рис. 1. Периодичность проведения наблюдений по гидрохимическим показателям на представленных створах – семь раз в год в периоды основных гидрологических фаз поверхностного водного объекта.

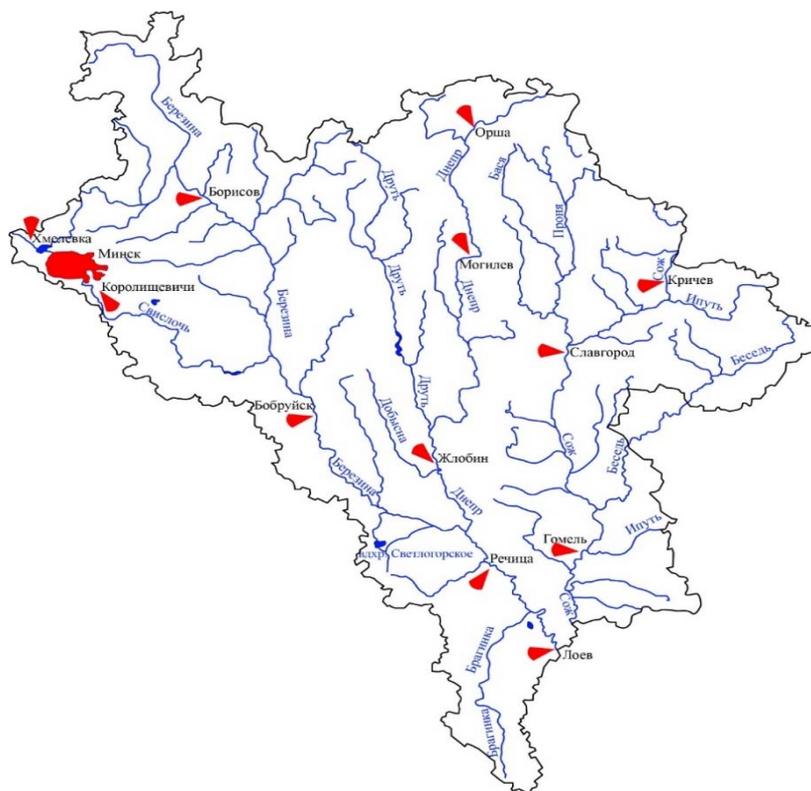


Рисунок 1 – Гидрографическая схема бассейна Днепра со створами регулярных наблюдений

Для анализа многолетней динамики были рассчитаны среднегодовые значения концентраций нитрит- и фосфат-ионов в воде бассейна Днепра (рис. 2). Результаты анализа многолетних данных по гидрохимическому составу вод бассейна Днепр показали, что содержание нитрит-ионов изменялось от 0,018 до 0,029 мгN/л, содержание фосфат-ионов – от 0,062 до 0,08 мгP/л, наблюдается постепенное снижение содержания нитритов и фосфатов в пробах, отобранных согласно системе мониторинга.

Максимальные значения концентрации нитрит-ионов наблюдались в весенний период и составили от 0,025 до 0,034 мгN/л. В это время обычно происходит активное разложение органического вещества в воде, начинается интенсивное внесение минеральных удобрений и эксплуатация пастбищ. Минимальные концентрации нитрит-ионов отмечались в период с

июля по сентябрь и составили от 0,011 до 0,024 мгN/л, во время наиболее интенсивного эвтрофирования. Наибольшая среднегодовая концентрация нитрит-ионов в Днепре отмечалась в 1997 году – 0,029 мгN/л, наименьшая – 0,018 мгN/л в 2019 году.

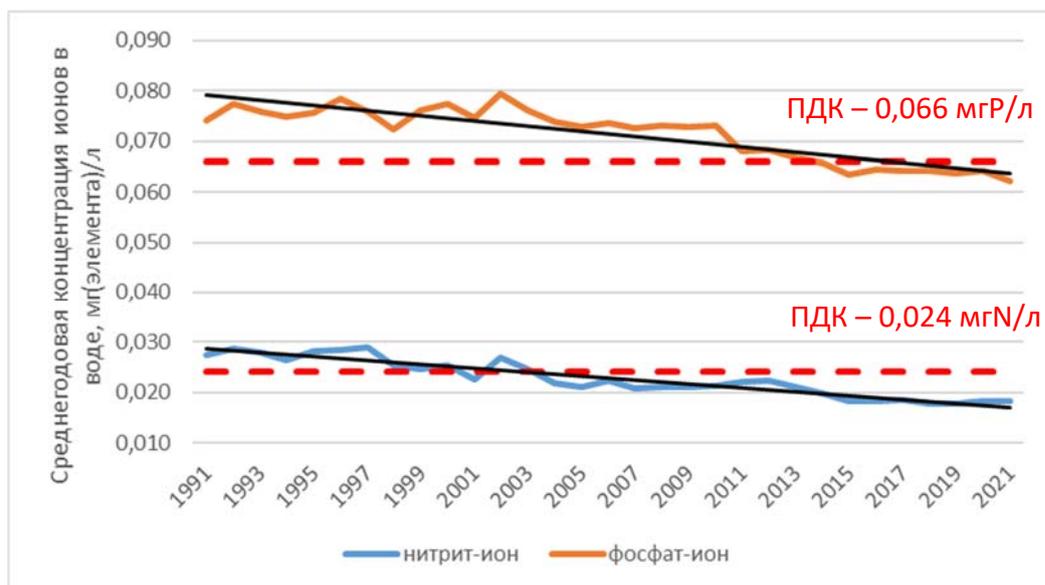


Рисунок 2 – Динамика ионов в бассейне Днепра за период 1991–2021 гг.

Для фосфат-ионов минимальные концентрации отмечались, как правило, в конце апреля – начале июня, содержание иона варьировало от 0,061 до 0,065 мгP/л. Максимальные концентрации фосфат-иона, составившие от 0,065 до 0,095 мгP/л, наблюдались в различные периоды года, при этом четкой закономерности выявлено не было. Наибольшая среднегодовая концентрация фосфат-ионов отмечалась в 2003 году – 0,080 мгP/л, наименьшая – 0,063 мгP/л в 2015 и 2021 гг. Также следует отметить, что максимальные и минимальные концентрации фосфат-ионов во всех створах наблюдений отличались по годам, что связано в том числе с водностью года.

При анализе концентрации ионов на соответствие ПДК в поверхностных водах выявлено, что содержание нитрит-ионов в воде бассейна Днепра до 2004 года превышало предельно допустимые концентрации в 1,05–1,20 раза (ПДК – 0,024 мгN/л). Для фосфат-ионов превышение ПДК (0,066 мгP/л) отмечалось вплоть до 2014 года, оно составило 1,03–1,21 раза.

По итогу работы были получены следующие результаты:

1) Максимальные среднегодовые значения концентраций нитрит- и фосфат-ионов отмечались в 1997 году – 0,029 мгN/л и 2003 году – 0,080 мгP/л соответственно. Минимальные значения отмечались в 2019 году для нитрит-ионов – 0,018 мгN/л и в 2015, 2021 годах для фосфат-ионов – 0,063 мгP/л.

2) Превышение нормы ПДК отмечалось до 2004 года для нитритов (1,05–1,20 ПДК), для фосфатов – до 2014 года (1,03–1,21 ПДК).

3) В последние годы отмечается заметное снижение концентраций нитрит- и фосфат-ионов в воде бассейна Днепра на всем протяжении водотока.

#### Список литературных источников

1. Логинова, Е. В. Гидроэкология : курс лекций / Е. В. Логинова, П. С. Лопух. – Минск : БГУ, 2011. – 300 с.
2. Никаноров, А. М. Фундаментальные и прикладные проблемы гидрохимии и гидроэкологии : учебное пособие / А. М. Никаноров. – Ростов н/Дону : Изд-во ЮФУ, 2015. – 572 с.
3. Блакітная кніга Беларусі : энцыкл. / Беларус. Энцыкл. ; рэдкал.: Н. А. Дзісько [і інш.]. – Мінск : БелЭн, 1994. – 415 с.
4. Состояние системы контроля качества поверхностных вод в Республике Беларусь / Д. Л. Иванов // М-лы Межд. науч.-практ. конференции молодых ученых «Молодежь и инновации – 2020». – Горки, 2020. – С. 86–91.
5. Поддубная, О. В. Гидрохимия. Учебно-методический комплекс : учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – 122 с.

6. Реестр водных объектов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://195.50.7.216:8081/watres/makelist/>. – Дата доступа: 20.02.2023.

7. Национальная система мониторинга окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/150.html>. – Дата доступа: 20.02.2023.

8. Кольмакова, Е. Г. Антропогенные изменения стока растворенных веществ рек бассейна Немана / Е. Г. Кольмакова. – Минск : БГУ, 2009. – 123 с.

### **Результаты инвентаризации водохозяйственных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений на водоемах и естественных водотоках**

Таврыкина О.М., Бладыко В.Д., Макусъ А.З.

*Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь, tavyrykina@cricuwr.by*

**Резюме.** В статье описаны результаты проведенного в РУП «ЦНИИКИВР» первого этапа инвентаризации водохозяйственных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений и устройств на естественных водотоках и их канализованных участках, в том числе с применением которых связана эксплуатация прудов и водохранилищ, за исключением сооружений, расположенных на мелиоративных системах Республики Беларусь.

### **Results of an inventory of water management systems and separately located hydraulic structures located hydro-engineering facilities on water bodies and natural water courses**

Tavyrykina O., Bladyko V., Makus A.

**Summary.** The article describes the results of the first stage of the inventory of water management systems and separately located hydraulic structures and devices on natural watercourses and their sewer sections, including the use of which is associated with the operation of ponds and reservoirs, with the exception of structures located on the reclamation systems of the Republic of Belarus carried out at RUE «Central Research Institute for Complex Use of Water Resources».

Гидротехнические сооружения (далее – ГТС) и устройства – инженерные сооружения и устройства, предназначенные для добычи (изъятия), транспортировки, обработки вод, сброса сточных вод, регулирования водных потоков, нужд судоходства, охраны вод и предотвращения вредного воздействия [1].

Устройства ГТС оказывают прямое и косвенное влияние на окружающую среду, к которой относятся природная (режимы водотока, элементы атмосферы, литосферы и биосферы) и антропогенная (хозяйственная деятельность, социальная среда) составляющие.

В соответствии с требованиями Водного кодекса Республики Беларусь эксплуатация отдельно расположенных ГТС осуществляется на основании проектной документации и в соответствии с инструкциями по их эксплуатации, которые разрабатываются и утверждаются собственниками этих систем, сооружений и устройств или уполномоченными ими лицами, которыми также осуществляется поддержание сооружений в надлежащем состоянии [1].

ГТС, как и другие техногенные объекты, для правильного функционирования требуют постоянно контроля и поддержания в проектом состоянии, иначе возникает вероятность их интенсивного засорения, заиления, в результате чего возникает негативное влияние на связанные с данными сооружениями системы природного и антропогенного происхождения. Например, вследствие обследования участка реки Исlochь специалистами РУП «ЦНИИКИВР» было обнаружено ГТС, содержащееся в ненадлежащем состоянии длительное время (рисунок 1), в результате подпора значительно изменился гидрологический режим водотока на данном участке – образовалось новое русло (рис. 2). Старый участок русла поддерживался небольшим стоком со стороны шлюза-регулятора по причине его протечки.