

## **ВЛИЯНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ГОРОДА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА**

*Басалай Е. Н.<sup>1</sup>, Засимович Т. С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Заместитель декана по воспитательной работе, доцент кафедры природообустройства, БрГТУ, Брест, Беларусь, basalaiekaterina@yandex.ru

<sup>2</sup> Студент группы ПД11/4 факультета инженерных систем и экологии, БрГТУ, Брест, Беларусь, tetset082@gmail.com

### **Аннотация**

В статье проанализирована внутригодовая динамика концентраций нитратов и нитритов в воде реки выше и ниже места сброса очищенных сточных вод с очистных сооружений среднего города Брестской области в течение 2020–2023 гг.

**Ключевые слова:** городские очистные сооружения, поверхностный водный объект, динамика концентраций, нитриты и нитраты

## **INFLUENCE OF URBAN TREATMENT FACILITIES OF THE MIDDLE CITY ON SURFACE WATER POLLUTION ON NITROGEN COMPOUNDS**

*Basalai K. M.<sup>1</sup>, Zasimovich T. S.<sup>2</sup>*

### **Abstract**

The article analyzes the out-of-year dynamics of nitrate and nitrite nitrogen concentrations in the river above and below the discharge point of treated wastewater from urban treatment facilities of the middle city during 2020–2023.

**Keywords:** recommended urban sewage treatment facilities, surface water body, the dynamics of the concentrations of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen

**Введение.** Актуальной экологической проблемой Беларуси является поступление в водные объекты избыточных биогенных веществ. Результаты мониторинга поверхностных вод свидетельствуют об устойчивом характере их загрязнения в бассейнах рек Брестской области соединениями азота и фосфора [1, 2].

**Материалы и методы.** С целью изучения воздействия городских очистных сооружений на загрязнение поверхностных вод соединениями азота проанализировано влияние очищенных сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений (ОС) среднего города Брестской области на состояние поверхностных вод реки-водоприемника очищенных сточных вод. Авторами выполнен сбор информации

о качестве проб воды из р. Струга выше и ниже ОС (500 м) среднего города Брестской области – г. Иваново за 2020–2023 гг.

**Результаты и обсуждение.** Нитраты являются наиболее устойчивыми формами азота в реках, аэрированных в условиях Беларуси в достаточной степени. Азот нитратный является продуктом нитрификации азота аммонийного в аэробных условиях в незагрязненных водоемах. Основными антропогенными его источниками являются сточные воды от городских ОС и производственных предприятий, поверхностный сток с территории населенных пунктов и с сельскохозяйственных угодий, сточные воды животноводческих ферм [3, 4]. В Республике Беларусь установлена величина предельно допустимой концентрации для нитратов –  $9,03 \text{ мгN/дм}^3$ . В литературных источниках упоминается экологически приемлемая с точки зрения защиты водных объектов от эвтрофирования величина (ЭПВ), которая для нитратов составляет  $0,39 \text{ мгN/дм}^3$  [5, 6].

Годовая динамика азота нитратов в водоемах представлена двумя процессами, оказывающими противоположное действие, вследствие чего можно отметить следующие особенности годовой динамики концентраций нитратов:

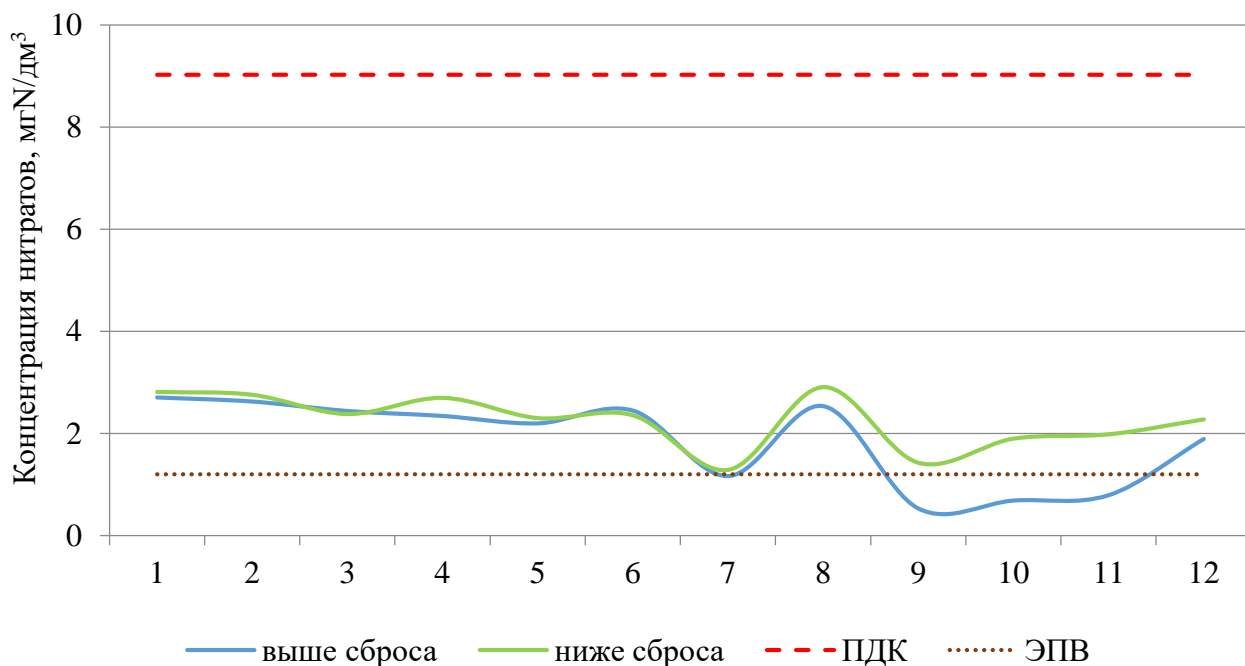
1) минимальные концентрации характерны для весенне-летнего периода и зависят от деятельности денитрофицирующих организмов и фитопланктона;

2) увеличение концентрации происходит осенью, что связано с отмиранием и разложением планктона и водной растительности. Максимальное содержание нитратов характерно для зимнего периода, что обусловлено отсутствием фитопланктона и высшей водной растительности, которые являются их потребителями.

Нарушение годовой динамики концентраций нитратов и амплитуда колебания их концентраций свидетельствуют об эвтрофировании водного объекта.

В течение всего анализируемого периода концентрация нитратов в реке как выше, так и ниже ОС не превышала величину ПДК (рисунок 1).

Концентрация нитратов в воде была минимальной в сентябре-ноябре и июле выше ОС (соответственно,  $0,53$ – $0,79$  и  $1,17 \text{ мгN/дм}^3$ ) и в июле и сентябре-ноябре ниже ОС (соответственно,  $1,29$  и  $1,43$ – $1,98 \text{ мгN/дм}^3$ ), что свидетельствует об использовании кислорода нитратов для окисления органических веществ в условиях недостатка кислорода.

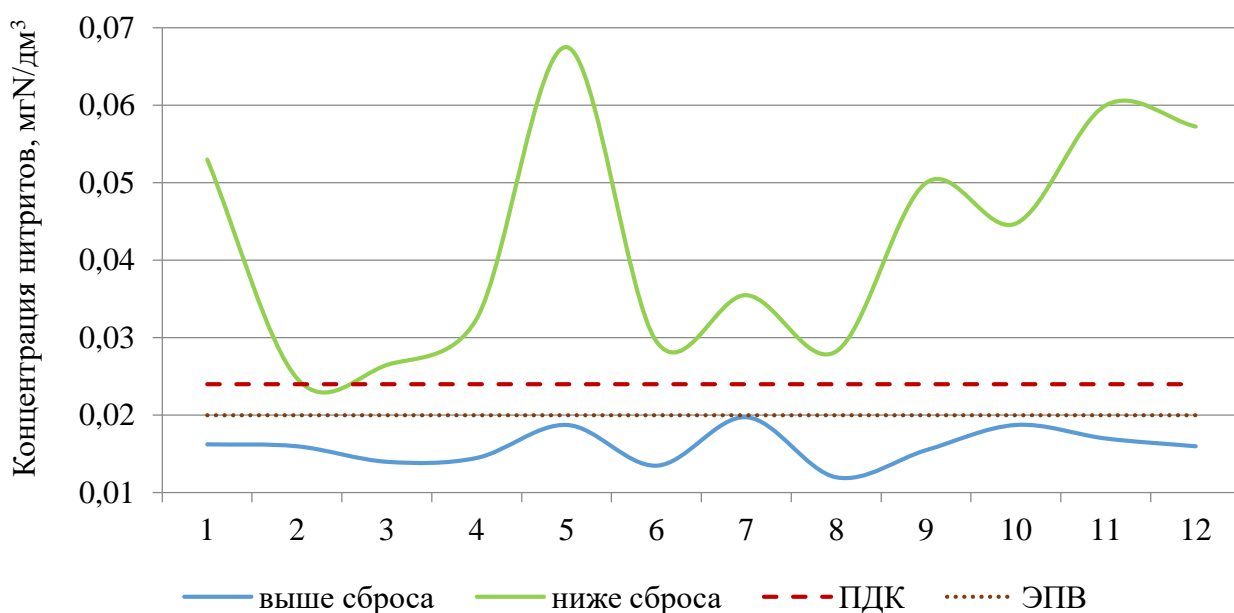


**Рисунок 1 – Динамика среднемесячных концентраций нитратов ( $\text{mgN}/\text{dm}^3$ ) в воде реки выше и ниже ОС за 2020–2023 гг.**

Максимальные концентрации нитратов в воде отмечены в январе-феврале и августе выше ОС ( $2,51\text{--}2,71 \text{ mgN}/\text{dm}^3$ ) и в августе и январе-феврале ниже ОС ( $2,76\text{--}2,91 \text{ mgN}/\text{dm}^3$ ). Высокие концентрации нитратов в августе обусловлены преобладанием процессов нитрификации над потреблением нитратов, а возрастание их концентрации с осени происходит за счет разложения планктона и высшей водной растительности. Максимальные концентрации нитратов характерны для января-февраля с последующей снижением их концентрации, что связано с отсутствием потребителей нитратов в водоемах в период зимней межени и повышением доли грунтового питания рек (в грунтовых водах нитратов больше, чем в речных). Процессы нитрификации в подлédный период затруднены вследствие ухудшения кислородного режима [3].

Нитриты являются промежуточным звеном в цепи процессов окисления аммония до нитратов в аэробных условиях в процессе нитрификации либо восстановления нитратов до азота и аммиака в анаэробных условиях в процессе денитрификации [3]. Нитриты присутствуют в воде в меньшем количестве, чем нитраты, и повышенное их содержание является важным санитарным показателем и указывает на загрязнение водного объекта [4, 7].

Особенностями годовой динамики нитритов является их отсутствие зимой и появление весной при разложении органического вещества; максимальные концентрации нитритов характерным для окончания летнего периода, что связано с активностью фитопланктона [8]. Установленной в Республике Беларусь величиной ПДК нитритов является  $0,024 \text{ mgN}/\text{dm}^3$ , ЭПВ –  $0,020 \text{ mgN}/\text{dm}^3$  [5, 6].



**Рисунок 2 – Динамика среднемесячных концентраций нитритов (мгN/дм<sup>3</sup>) в воде реки выше и ниже ОС за 2020–2023 гг.**

Анализ рисунка 2 свидетельствует о наличии четкой закономерности в годовой динамике нитритов как выше, так и ниже сброса ОС. Максимальными значениями ниже ОС характеризуются май и ноябрь (соответственно, 0,07 и 0,06 мгN/дм<sup>3</sup>), выше ОС – июль (0,020 мгN/дм<sup>3</sup>), май и октябрь (0,019 мгN/дм<sup>3</sup>), что связано с интенсификацией окислительных процессов.

Минимальные концентрации характерны для февраля и августа ниже ОС (соответственно, 0,025 и 0,028 мгN/дм<sup>3</sup>), августа и июня выше ОС (соответственно, 0,012 и 0,014 мгN/дм<sup>3</sup>), что свидетельствует о протекании нитрификации и увеличением количества нитритов (см. рисунок 2).

Таким образом, избыточное содержание нитритов наблюдается во все гидрологические фазы как ниже ОС, что свидетельствует о протекании окислительных процессов в результате активной деятельности микроорганизмов, указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления нитритов в нитраты и является критерием наличия постоянного и «свежего» загрязнения водоема за счет сброса ОСВ с городских ОС.

**Заключение.** Для участка реки близ города характерна неблагоприятная ситуация по содержанию нитратов и нитритов – в течение 2020–2023 гг. концентрация соединений азота в речной воде как выше, так и ниже места сброса ОСВ превышала ПДК (по нитритам выше ОС) и ЭПВ (по нитритам ниже ОС, по нитратам – и выше, и ниже ОС), что свидетельствует о наличии проблемы загрязнения и эвтрофирования речных вод, и существовании антропогенных источников азота ниже по течению реки, в том числе за счет деятельности городских ОС.

#### **Список цитированных источников**

1. Петин, А. Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод / А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, О. В. Крымская. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. – 252 с.

2. Соловьева, Ю. А. Особенности сезонной динамики растворенных форм азота в малых и средних реках Центрального Черноземья / Ю. А. Соловьева, М. В. Кумани // Вода: химия и экология, 2013. – № 3 (57). – С. 17–22.

3. Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.nsmos.by/content/174.html>. – Дата доступа: 11.02.2024 г.

4. Басалай, Е. Н. Влияние городских очистных сооружений на содержание азота в реке Мухавец / Е. Н. Басалай // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2020 – С. 398–401.

5. Селицкая, В. В. Разработка показателя качества поверхностных вод по биогенным веществам / В. В. Селицкая, Е. В. Санец // Природопользование : сборник научных трудов / Ин-т природопользования НАН Беларуси ; редкол.: А. К. Карабанов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 27. – С. 77–84.

6. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : статистический сборник [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.belstat.gov.by/upload/iblock/966/96612b440315a6ba33f44632486cc959.pdf>. – Дата доступа 13.02.2024 г.

7. Оксенок, О. П. Экологические нормативы качества воды для р. Россь / О. П. Оксенок, В. Н. Жукинский // Гидробиологический журнал, 1999. – Т. 35, № 6. – С. 16–22.

8. Овчинникова, С. И. Основные тенденции изменения гидрохимических показателей водной системы Кольского залива (2000–2011 годы) / С. И. Овчинникова, Т. А. Широкая, О. И. Пашкина // Вестник Мурманского государственного технического университета, 2012. – Т. 15, № 3. – С. 544–550.

УДК 628.11, УДК 628.4

## **ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ БРЕСТА В РЕТРОСПЕКТИВЕ**

*Воробей И. А.<sup>1</sup>, Акулич Т. И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Студент факультета инженерных систем и экологии, БрГТУ, Брест, Беларусь, [aban.silver.sword@gmail.com](mailto:aban.silver.sword@gmail.com)

<sup>2</sup> Старший преподаватель, БрГТУ, Брест, Беларусь, [tigol1976@mail.ru](mailto:tigol1976@mail.ru)

### **Аннотация**

В статье с использованием известных источников и публикаций проанализировано использование водных ресурсов Бреста XVI века, развитие инженерных сооружений города, экологические аспекты использования водных ресурсов.

**Ключевые слова:** инженерные сети, Брест, XVI век, водные ресурсы.