

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД НИТРАТАМИ

**Майорчик В.С., Сакович Р.М., студенты
Научные руководители Зеленуха Е.В., Скуратович И.В.
Белорусский национальный технический университет, Беларусь**

В статье проанализированы источники поступления нитратов в поверхностные и подземные воды на территории Республики Беларусь. Показано, что при общей тенденции к снижению содержания нитратов в реках и водоемах (по данным 2020–2024 гг.) грунтовые воды и, в особенности, вода из шахтных колодцев остаются уязвимыми. Обоснована необходимость комплексного подхода, включающего соблюдение санитарных зон, регулярную чистку колодцев, использование методов обратного осмоса и ионного обмена, а также государственный мониторинг.

Ключевые слова: нитраты, поверхностные воды, подземные воды, мониторинг, антропогенная нагрузка, обратный осмос.

Нитраты (NO_3^-) – соли азотной кислоты, широко распространённые в природе. Однако в естественных условиях их концентрация в воде невелика. Рост антропогенной нагрузки привёл к тому, что нитраты стали одним из приоритетных загрязнителей водных экосистем. Для Беларуси, где значительные территории заняты сельхозугодьями, а питьевое водоснабжение более чем на 85% базируется на подземных источниках, эта проблема является актуальной.

К основным источникам загрязнения воды нитратами относятся:

- применение минеральных азотных и органических удобрений;
- хранение и утилизация жидких фракций навоза на открытых лагунах и полях фильтрации животноводческих комплексов;
- селитебные территории без централизованной канализации;
- инфильтрация атмосферных осадков.

Важной особенностью нитратного загрязнения является его воздействие на человека. Основным источником поступления нитратов в организм человека в настоящее время – продукты питания растительного происхождения (овощи). Однако при превышении гигиенических нормативов в питьевой воде (ПДК для нитратов в воде централизованного водоснабжения – 45 мг/л по NO_3^-) именно водный путь становится доминирующим в формировании общей токсикологической нагрузки. При этом нитраты, растворённые в воде, обладают в 1,5 раза более высокой биодоступностью и токсичностью по сравнению с нитратами, содержащимися в продуктах растительного происхождения.

Нитраты, поступающие в организм, частично восстанавливаются в нитриты, которые в 10 раз более токсичны. Именно нитриты определяют степень опасности нитратной нагрузки на организм. Существует первичная токсичность самих нитратов, вторичная – при образовании нитритов, и третичная – связанная с образованием нитрозаминов. Накапливаясь в организме человека, нитраты реагируют с гемоглобином крови, образуя метгемоглобин, и вызывают метгемоглобинемию. Это вещество в отличие от гемоглобина не переносит кислород, что приводит к кислородному голоданию тканей. Нитраты пагубно воздействуют на нервную, сердечно-сосудистую систему, желудочно-кишечный тракт и другие органы. Особенно опасны нитраты для маленьких детей, у которых еще не сформирована восстанавливающая ферментная система, беременных женщин, а также людей, с хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта.

В работе были проанализированы данные по содержанию нитратов в воде рек, озер, подземных вод и колодцев. Динамика содержания нитратов в поверхностных водных объектах республики по данным [1] представлена на рисунках 1 и 2.

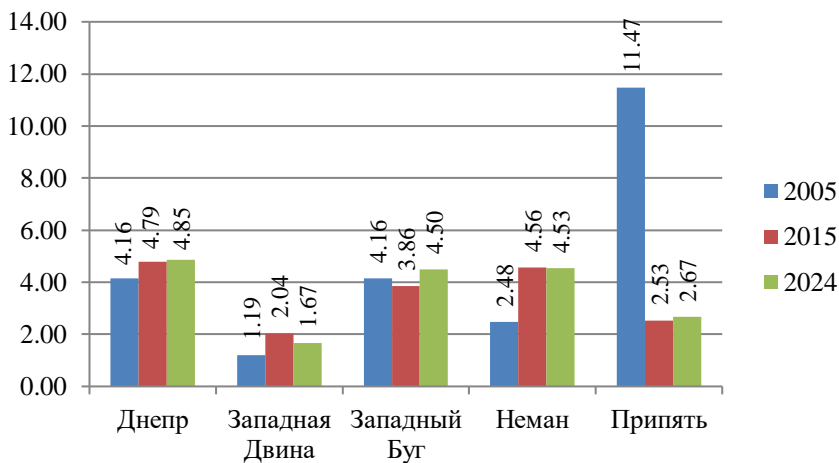


Рисунок 1 – Содержание нитратов в реках, мг NO₃/л

Как видно из представленных диаграмм, в поверхностных источниках не наблюдается повышенного содержания нитратов, а их количество к 2024 году заметно снизилось.

Анализ содержания нитратов в пунктах наблюдений в рамках системы мониторинга подземных вод в период с 2020-2024 гг. показывает, что в

грунтовых водах бассейна р. Западный Буг в 2020 г. превышения гигиенических нормативов безопасности воды выявлены по нитрат-иону в 1,86 раза (скважина 545 Масевичский - 83,9 мг/дм³). В грунтовых водах бассейна р. Западная Двина в скважине 209 Адамовского г/г поста выявлены превышения ПДК в 2021 г. по нитрат-иону – 51 мг/дм³, а в 2024 г. – 118,4 мг/дм³ (ПДК=45,0 мг/дм³). Данная скважина глубиной 12,34 м, оборудована на литологически незащищенные грунтовые воды и расположена вблизи д. Новинье (Полоцкий район, Витебская область) у распаханного поля.

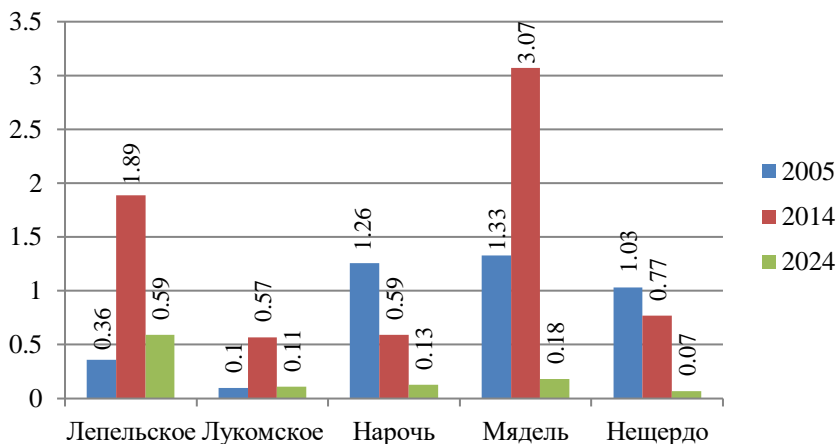


Рисунок 2 - Содержание нитратов в озерах, мг NO₃/л

Также превышение ПДК по нитратам выявлено в 2021 г. и 2024 г. в грунтовых водах бассейна р. Припять в скважине Боровицкого поста 73,8 мг/дм³ и 108,5 мг/дм³ соответственно. В 2023 г. выявлено превышение ПДК по нитрат-иону (по NO₃⁻) – 5,8 ПДК (263,2 мг/дм³): скважина 649 Хвойникского г/г поста (д. Хвойник) Пружанского района Брестской области). Данная скважина оборудована на неглубоко залегающие, незащищенные грунтовые воды (глубина скважины – 4,85 м) и расположена недалеко от деревни вблизи распаханного поля, на которое периодически вносят минеральные/органические удобрения, которые, в свою очередь, с талыми, дождевыми водами мигрируют в грунтовые воды [2].

Проблема нитратного загрязнения колодцев в Республике Беларусь носит массовый характер. Доля проб из источников нецентрализованного водоснабжения (шахтных колодцев) с превышением ПДК по нитратам в среднем по республике составляет 24,5%. В некоторых регионах, например в Брестской области, этот показатель достигает 41%. Ежегодно около трети проб воды из колодцев не соответствует гигиеническим нормативам по содержанию

нитратов. При этом загрязнение может быть значительным: в 3% загрязненных колодцев превышение ПДК составляет 3-5 раз. Вода в колодцах и неглубоких скважинах наиболее уязвима, так как забирается из первого, слабо защищенного водоносного горизонта.

Для эффективного решения проблемы необходим комплексный подход, включающий профилактические, нормативные и технологические меры. Самый надежный способ – не допустить попадания нитратов в источник. Для этого необходимо соблюдение санитарных зон: в радиусе не менее 20 метров от колодца запрещено мыть машины, поить скот, устраивать выгребные ямы и туалеты, а также вносить удобрения. Правильное обустройство колодца также играет важную роль: вокруг колодца необходимо создать надежный «глиняный замок» (глубиной 1,5-2 м и шириной 0,5 м) и бетонную отмостку для предотвращения попадания поверхностных стоков. Не менее значим и регулярный уход: проводить чистку и дезинфекцию колодца не реже одного раза в год, следить за герметичностью швов и целостностью конструкции.

Важно знать, что кипячение, отстаивание и заморозка не удаляют нитраты. Обратный осмос – один из наиболее эффективных методов для домашних условий, однако он удаляет и полезные минеральные соли, поэтому рекомендуется использовать системы с минерализатором. Ионный обмен – еще один эффективный и научно обоснованный метод, который используется как в промышленных, так и в бытовых установках.

В Беларуси действует система Национального мониторинга окружающей среды. Регулярные наблюдения за содержанием нитратов и других биогенных веществ ведутся на 160 водных объектах (86 рек и 74 водоемах) силами 18 лабораторий. Кроме того, любой владелец колодца может обратиться в аккредитованную лабораторию центров гигиены и эпидемиологии для проведения анализа воды.

Таким образом, нитратное загрязнение – приоритетная проблема для децентрализованного водоснабжения сельских территорий. Поверхностные воды нашей страны в целом соответствуют нормативам благодаря самоочищающей способности. Наиболее загрязнены скважины малой глубины (<15 м) вблизи распаханых полей. Требуется ужесточение контроля за обустройством колодцев и внедрение обязательных методов очистки (обратный осмос) в зонах риска.

Литература:

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 09.04.2026).
2. Мониторинг подземных вод. URL: <https://nsmos.by/environmental-monitoring/monitoring-podzemnykh-vod> (дата обращения: 09.04.2026).