

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ МЕТОДАМИ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Аветисов А.Р., Головацкий А.П., Язвинская Н.Е.

*Белорусский государственный медицинский университет, кафедра  
радиационной и экологической медицины, г. Минск*

**Ключевые слова:** нитраты, питьевая вода, ПДК.

**Резюме:** *Содержание нитратов в децентрализованных источниках водоснабжения в 95,45 раз превышает их содержание в централизованных. Все пробы питьевой воды с превышением ПДК нитратов (35 проб) были получены из децентрализованных источников, что составляет 28,46% всех проб питьевой воды. Выявлена корреляция между количественным и качественным определением содержания нитратов, коэффициент корреляции сильный, равен 0,765176.*

**Resume:** *The content of nitrates in decentralized sources of water supply is 95,45 times higher than in centralized ones. All samples of drinking water exceeding the MAC of nitrates (35 samples) were obtained from decentralized sources of water supply. They make up 28,48% of all samples of drinking water. A statistically significant correlation was revealed between the quantitative and qualitative determination of the nitrate content, the correlation coefficient is strong, equal to 0,765176.*

**Актуальность.** Избыток нитратов приводит к снижению продуктивности труда, ухудшению самочувствия, а также к увеличению гепатотоксичности и рисков онкогенеза. Таким образом, содержание нитратов в питьевой воде напрямую влияет на здоровье каждого человека, что делает эту проблему особенно актуальной.

**Цель:** провести количественный и качественный анализ содержания нитратов в питьевой воде из централизованных и децентрализованных источников г. Несвижа и Несвижского района.

### **Задачи:**

1. Сравнить количественное содержание нитратов в питьевой воде из артезианских скважин и распределительной водопроводной сети с содержанием нитратов в питьевой воде из шахтных колодцев г. Несвижа и Несвижского района.

2. Исследовать кратность превышения ПДК нитратов в питьевой воде.

3. Провести качественное определение содержания нитратов в питьевой воде из различных источников водоснабжения.

4. Проанализировать наличие взаимосвязи между количественным и качественным определением содержания нитратов в питьевой воде.

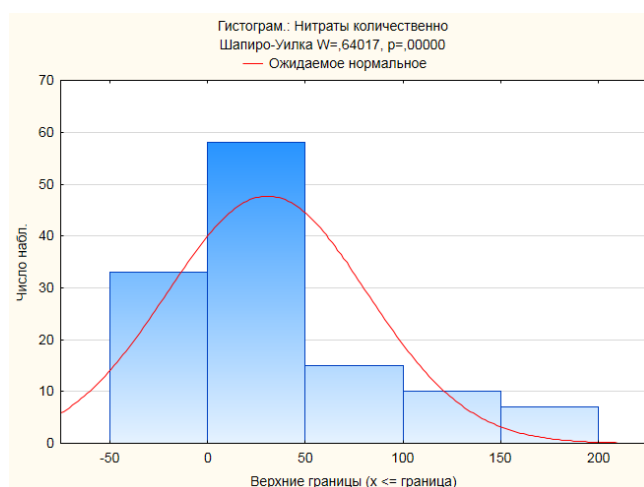
5. Сделать вывод о пригодности питьевой воды в регионе и дать рекомендации по улучшению её качества.

**Материал и методы.** Материалом данного анализа являются 123 пробы питьевой воды, отобранные в городе Несвиже и Несвижском районе. Отбор проб проводился в молодых семьях с детьми до 6 лет. Количественный анализ содержания нитратов в питьевой воде проводили ионометрическим методом с использованием мембранного электрода ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР-100 [3]. Качественный анализ содержания нитратов в питьевой воде проводили с помощью тест-полоски Merckoquant® Nitrate

Test [2]. Данные о ПДК нитратов для дальнейшего сравнительного анализа образцов получены из Постановления Главного государственного санитарного врача РБ от 19 октября 1999 г. № 46 и Постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 июня 2013 г. N 52 [4,5]. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel и Statsoft Statistica 10.0. Статистически значимыми считались результаты при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение.

1. Распределение количественного содержания нитратов в питьевой воде являлось отличным от нормального, что указывает на необходимость использования методов непараметрической статистики (рисунок 1).



**Рис. 1** – Гистограмма распределения содержания нитратов (мг/л) в пробах питьевой воды при количественном анализе

2. Медиана содержания нитратов в пробах питьевой воды при количественном анализе равна 1,1 мг/мл. Причём, в 88 пробах питьевой воды (71,54%) содержание нитратов не превышало установленную норму (до 45 мг/л), в то время как в 35 пробах питьевой воды (28,46%) удалось выявить превышение (более 45 мг/л).

3. Распределение содержания нитратов в питьевой воде показало существенные отличия в зависимости от источника водоснабжения (рисунок 2).



**Рис. 2** – Графическое сравнение (Box Plot) распределения содержания нитратов (мг/л) в пробах питьевой воды в зависимости от источника водоснабжения

4. Убедимся в статистической достоверности полученных различий. Как видно, оба теста показывают наличие достоверных различий в содержании нитратов в питьевой воде из различных источников водоснабжения при их количественном анализе,  $p < 0,01$  (таблицы 1, 2).

**Табл. 1.** Тест Колмогорова-Смирнова

Перем.	Критерий Колмогорова-Смирнова (Таблица для корреляций кол и кач) По перем. Источник водоснабжения Отмеченные критерии значимы на уровне $p < 0,05000$								
	Макс. отр Разн.	Макс. по Разн.	p-уров.	Среднее централи зованный	Среднее децентрали зованный	Ст.откл. централи зованный	Ст.откл. децентрали зованный	N централи зованный	N децентрали зованный
<b>Нитраты количественно</b>	-1,00000	0,00	<b>p &lt; .001</b>	0,725517	102,5833	0,605707	40,80019	87	36

**Табл. 2.** Тест Манна – Уитни (U – тест)

Перем.	U критерий Манна-Уитни (Таблица для корреляций кол и кач) По перем. Источник водоснабжения Отмеченные критерии значимы на уровне $p < 0,05000$									
	Сум. ранг централи зованный	Сум. ранг децентрали зованный	U	Z	p-уров.	Z скорр.	p-уров.	N централи зованный	N децентрали зованный	2-х стор точное p
<b>Нитраты количественно</b>	3828,000	3798,000	0,00	-8,70206	<b>0,000000</b>	-8,80256	0,000000	87	36	0,000000

5. Проанализирована кратность превышения ПДК нитратов в питьевой воде в зависимости от источника водоснабжения (отношение измеренного количественного значения содержания нитратов (мг/л) к ПДК нитратов в питьевой воде в (мг/л)) (рисунок 3).

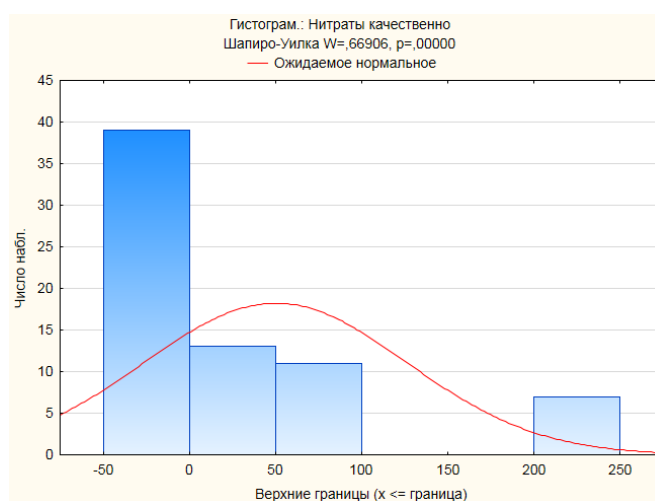


**Рис. 3** – Графическое сравнение (Box Plot) распределения кратности превышения ПДК нитратов в питьевой воде в централизованных и децентрализованных источниках водоснабжения

6. С помощью тестов Колмогорова – Смирнова и Манна – Уитни выявлено, что кратность превышения ПДК нитратов в исследованных пробах питьевой воды достоверна ( $p < 0,01$ ) и существенно чаще наблюдается в пробах питьевой воды из децентрализованных источников водоснабжения.

7. Для качественного анализа проб питьевой воды с использованием специальных тест-полосок удалось взять только 70 проб питьевой воды, что связано с техническими трудностями получения всех проб при проведении исследования. Описательная статистика показала, что медиана содержания нитратов в пробах питьевой воды при качественном анализе равна 0 мг/мл.

8. Было также проанализировано распределение содержания нитратов в питьевой воде при качественном анализе. Распределение являлось отличным от нормального (рисунок 4).



**Рис. 4** – Гистограмма распределения содержания нитратов (мг/л) в пробах питьевой воды при качественном анализе

9. Для выявления взаимосвязи между количественным определением содержания нитратов в питьевой воде с использованием мембранного электрода ЭМ-NO3-07СР-100 и качественным определением содержания нитратов в питьевой воде с помощью тест-полоски Merckoquant® Nitrate Test, учитывая их ненормальное распределение, использовался корреляционный анализ Спирмена (таблица 3).

Табл. 3. Ранговые корреляции Спирмена

Ранговые корреляции Спирмена (Таблица для корреляций кол и кач) ПД попарно удалены Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < ,05000$					
Перем.	Нитраты количественно	Нитраты качественно			
Нитраты количественно	1,000000	0,765176			
Нитраты качественно	0,765176	1,000000			

Выявлена достоверно значимая сильная взаимосвязь между количественным и качественным определением содержания нитратов в питьевой воде. Коэффициент корреляции равен 0,765176.

**Выводы:**

1. В результате количественного исследования содержания нитратов в пробах питьевой воды из централизованных ( $Me=1$  мг/л) и децентрализованных ( $Me=95,45$  мг/л) источников водоснабжения города Несвижа и Несвижского района установлено, что содержание нитратов в децентрализованных источниках водоснабжения в 95,45 раз превышает такое в централизованных.

2. Кратность превышения ПДК нитратов в пробах питьевой воды из децентрализованных источников водоснабжения достоверно ( $p<0,01$ ) выше, чем в пробах питьевой воды из централизованных. При этом все 35 проб питьевой воды с превышением ПДК нитратов были получены из децентрализованных источников водоснабжения, что составляет 28,46% всех проб питьевой воды.

3. При качественном анализе содержания нитратов в пробах питьевой воды удалось установить, что медиана содержания нитратов равна 0 мг/мл при наличии значений от 0 мг/мл (минимального значения в системе тест-полосок) до 250 мг/мл (максимального значения в системе тест-полосок).

4. Выявлена статистически значимая корреляция между количественным определением содержания нитратов в питьевой воде с использованием мембранного электрода ЭМ-NO3-07СР-100 и качественным определением содержания нитратов в питьевой воде с помощью тест-полоски Merckoquant® Nitrate Test. Коэффициент корреляции сильный, равен 0,765176 ( $p<0,01$ ).

5. Содержание нитратов в пробах питьевой воды превышает установленные ПДК в 28,46% случаев, что, возможно, указывает на недостаточный уровень безопасности питьевой воды из колодцев в городе Несвиже и Несвижском районе по показателю нитратов в питьевой воде. Для таких домашних хозяйств можно

рекомендовать использование бытовых фильтров.

#### Литература

1. Стожаров, А. Н. Медицинская экология: учеб. пособие / А. Н. Стожаров. – Минск: Выш.шк., 2007. – 368 с.
2. Водный контроль [Электронный ресурс]: создан учреждением “Центр экологических решений”. – Электронные текстовые данные. – Минск: 2009 – 2021. – Режим доступа: <http://watercontrol.info/#how-to-check-the-water>. (дата обращения: 14.05.2021).
3. ГОСТ 33045-2014. Межгосударственный стандарт. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. – Республика Беларусь: Изд-во стандартов, 2014. – 49 с.
4. Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь “О введении в действие Санитарных правил и норм “Питьевая вода и водоснабжение населённых мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99” от 19 октября 1999 г. № 46 // Собрание законодательства Республики Беларусь.
5. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь “Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов “Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения” от 2 августа 2010 г. № 105 // Собрание законодательства Республики Беларусь.