

## МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ НИТРАТ-ИОНАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ СЕВАСТОПОЛЬ И БАХЧИСАРАЙ

И. И. Косинова<sup>1</sup>, Г. А. Сигора<sup>2</sup>, Л. А. Ничкова<sup>2</sup>, Е. В. Добровольская<sup>2</sup>, Е. С. Симонова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Воронежский государственный университет*  
<sup>2</sup> *Севастопольский государственный университет*

Поступила в редакцию 19 апреля 2016 г.

**Аннотация:** *загрязнение подземных вод нитрат-ионами является одной из ведущих проблем на территориях городских агломераций. В пределах Крыма зафиксировано 23 очага загрязнения подземных вод, в районах которых максимальные концентрации нитратов достигают 1000 ПДК. Эколого-гидрогеохимическое картирование районов Севастополя и Бахчисарая выявило, что наиболее подвержены негативному воздействию аллювиальные отложения долин рек. Здесь концентрации нитрат-ионов в воде изменяются от 67 до 360 мг/дм<sup>3</sup>. Для питьевого водоснабжения рекомендуется использовать источники, находящиеся вне городской черты.*

**Ключевые слова:** *источники, питьевое водоснабжение, загрязнение, нитраты, мониторинг, подземные воды, мероприятия.*

### MONITORING OF POLLUTION OF NITRATE IONS UNDERGROUND WATER TERRITORY OF CITIES SEVASTOPOL AND BAKHCHISARAY

**Abstract:** *pollution of groundwater nitrate ions is one of the major problems in the areas of urban agglomerations. Within 23 Crimea recorded outbreak of groundwater contamination in areas where the maximum concentration of nitrates reaches 1000 PDK. Ecological and hydrogeochemical mapping of Sevastopol and Bakhchisarai areas revealed that the most vulnerable to the adverse effects of alluvial deposits of river valleys. Here, the concentration of nitrate ions in water range from 67 to 360 mg / dm<sup>3</sup>. It is recommended to use sources outside the city limits for drinking water.*

**Key words:** *sources of drinking water, pollution, nitrates, monitoring, groundwater, actions.*

В настоящее время объем выбросов загрязняющих веществ антропогенного происхождения стал соизмерим с масштабами природных процессов миграции и аккумуляции различных соединений. Прямое влияние химического загрязнения воды и воздуха на здоровье испытывают не только жители крупных мегаполисов, но и население небольших сельских районов. Следует подчеркнуть, что в последние десятилетия происходит корректировка многих показателей качества жизни. Это проявляется как на уровне повышения предельно допустимых концентраций и уровней состояния окружающей среды, так и в области физиологических показателей здоровья населения [1].

К началу 21 века актуальной стала проблема качества подземных пресных вод. Это обусловлено рядом обстоятельств. Во-первых, в мире отмечается дефицит пресной воды. Во-вторых, снижается качество пресных вод из-за ухудшения экологической обстановки. На III конференции «Окружающая среда и здоровье» (1999 г., Лондон, 56 стран-участниц) были приняты решения о совместных действиях и Международный протокол «Вода и здоровье», в соответствии с которым одной из важнейших и неотложнейших задач

медицины остается борьба с болезнями, вызванными использованием некачественной воды. Протокол определил и основные способы этой борьбы, главным среди которых стало обеспечение качества питьевой воды с учетом Руководства по его контролю, разработанного ВОЗ, иными словами — качества, соответствующего мировым стандартам XXI века.

В Российской Федерации в 2000–2001 гг. были введены в действие многие нормативные документы: «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»; «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»; «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения» и др.

Несмотря на относительную защищенность подземных вод от загрязнений, благодаря чему их стремятся использовать для питьевого водоснабжения, положение с ними вызывает серьезную тревогу. По данным гидрогеологической службы, выявлено около 700 очагов загрязнения водоносных горизонтов в районах водозаборов централизованного питьевого водоснабжения. Большая часть их расположена в республиках Коми, Удмуртия, Хабаровском крае, Пензен-

ской, Оренбургской, Самарской и Свердловской областях.

В Липецкой и Воронежской областях обнаружено до 200 очагов загрязнения подземных вод нитратами (в питьевой воде — свыше 3 ПДК), встречаются они и в Ростовской и Тульской областях [2, 3]. В Липецкой области из-за загрязнения водоносных горизонтов фенолом, железом, марганцем и ароматическими соединениями (Липецк, Данков), 3- и 6-валентным хромом (Елецк) пришлось закрыть ряд артезианских скважин.

В то же время в ряде регионов отмечается дефицит питьевой воды. Особую актуальность приобретает соответствие гигиеническим требованиям химического состава воды в рекреационных зонах, местах отдыха населения, где вода является важнейшим фактором оздоровления.

В последние годы появляется все больше информации о глобальном распространении нитратов в воде, продуктах питания, почве.

Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

- внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;
- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках достигает 0,9–1 мг/дм<sup>3</sup>);
- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, особенно после биологической очистки, когда концентрация достигает 50 мг/дм<sup>3</sup>;
- стоком с сельскохозяйственных угодий и сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

Главными процессами, направленными на понижение концентрации нитратов, являются потребление их фитопланктоном и денитрофицирующими бактериями, которые при недостатке кислорода используют кислород нитратов на окисление органических веществ.

В поверхностных водах нитраты находятся в растворенной форме. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта [4].

Одно из лидирующих мест в структуре заболеваемости людей занимают пищевые отравления и среди них значительными являются отравления нитратами. Они связаны с употреблением в пищу и с водой продуктов, насыщенных солями азотной и азотистой кислот. Особую тревогу вызывает учащающееся загрязнение нитратами питьевой воды.

Повышенное содержание нитратов в поверхностных водоемах ведет к их зарастанию, азот, как биогенный элемент, способствует росту водорослей и бакте-

рий, т.е. эвтрофикации. Процесс этот весьма опасен для водоемов, так как последующее разложение биомассы растений израсходует весь кислород в воде, что, в свою очередь, приведет к гибели фауны водоема.

Во всем мире отмечается рост содержания азотсодержащих веществ в питьевой воде. Регулярное использование питьевой воды с повышенным содержанием нитратов приводит к развитию метгемоглобинемии, когда высокие уровни нитратов в реакции с гемоглобином окисляются с двухвалентного до трехвалентного железа, что ухудшает способность крови переносить кислород. К тому же повышенное содержание в воде минеральных соединений азота приводит к образованию потенциально опасных канцерогенов – нитрозаминов. Образование нитрозаминов может происходить как в окружающей среде и накапливаться, например, в рыбе, так и в желудке человека. Нитрозамины могут вызывать опухоли практически любого органа, они обладают мутагенным и трансплацентарным эффектами, влияют на потомство. Накопление нитрозаминов в гидробионтах зависит от концентрации азотсодержащих соединений в воде. Перечисленные факты свидетельствуют о важности изучения соединений азота, поступающих в природные воды в процессе техногенеза [5–7].

ПДК нитратов в воде согласно СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» составляет 45 мг/дм<sup>3</sup>.

Фактическая ликвидация государственного контроля в области качества воды после реорганизации службы санитарно-эпидемиологического надзора в Украине привела к крайне негативным последствиям. Полностью остановлено проведение централизованного мониторинга качества децентрализованных источников водоснабжения, которыми в подавляющем большинстве пользуется население аграрных территорий. В связи с переходом в Российскую Федерацию АР Крым и г. Севастополя, появилась острая необходимость в восстановлении системы государственного контроля состояния качества воды, а так же создания базы данных о состоянии подземных вод, их загрязненности.

Государственный мониторинг подземных вод является частью государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) и одной из составных частей государственного геологического изучения недр Российской Федерации, (ст. 36.1 Закона «О недрах»). Мониторинг загрязненности подземных вод позволяет наблюдать картину экологической обстановки города, региона. Данные исследования могут быть применены для оповещения и предупреждения местного населения о загрязнении источников нецентрализованного водоснабжения; для разработки мероприятий по снижению загрязнения нитрат-ионами подземных вод; составления карт зон санитарной охраны подземных вод и так подобное.

Мониторинг загрязненности подземных вод на территории Российской Федерации проводится регулярно во всех федеральных округах. Обнаружено, что

загрязнение подземных вод, вызванное влиянием различных техногенных объектов, на участках, не связанных с недропользованием, неодинаково по интенсивности и масштабам. За период 2000–2014 гг. на территории Российской Федерации выявлено 2525 участков загрязнения подземных вод, в том числе в 2014 г. на 106 участках загрязнение было установлено впервые, а по 666 участкам ранее выявленное загрязнение подземных вод подтвердилось. Особенно сильное загрязнение подземных вод наблюдается вблизи приемников промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных отходов. Формирующиеся здесь участки загрязнения подземных вод, хотя и имеют локальный характер распространения, но отличаются высокой интенсивностью загрязнения. Практически повсеместно загрязнение проявляется в районах промышленных и городских агломераций [9].

С. Р. Крайнов, Б. Н. Рыженко, В. М. Швец выделяют три основных вида загрязнения подземных вод – промышленное, сельскохозяйственное и коммунально-бытовое [10]. Для каждого из них характерны определенные источники загрязнения подземных вод азотными соединениями. Считается, что при промышленном загрязнении азотные соединения в подземные воды попадают в результате фильтрации сточных вод из накопителей жидких и пастообразных отходов, при этом следует отметить, что фильтрация из хранилищ сточных вод возможна лишь при их недостаточно надежной гидроизоляции. Также отмечается преобразование подземных вод за счет загрязнения атмосферных осадков выбросами промышленных объектов, утечек сточных вод и технологических растворов из коммуникаций и цехов, на участках складирования химического сырья и продукции. Сельскохозяйственное загрязнение связывают с выносом из почв ядохимикатов и удобрений, а также со стоками от животноводческих комплексов, ферм, птицефабрик. Источниками коммунально-бытового загрязнения являются поля фильтрации фекальных и хозяйственно-бытовых вод, утечки из коммунальных сетей.

На участках загрязнения подземных вод, сформировавшихся под влиянием промышленных объектов (промышленный тип загрязнения), преобладают содержания загрязняющих веществ в диапазоне 10–100 ПДК, максимальные значения достигают 1000 ПДК и более [11].

В Крымском федеральном округе проводится мониторинг загрязненности подземных вод, начиная с 2014 года. Наибольшее распространение имеют загрязнения азотными соединениями, причиной которых является инфильтрация неочищенных или недостаточно очищенных стоков на площадях питания водоносных горизонтов в результате отсутствия канализационных систем в сельских населенных пунктах. Зафиксировано 23 очага загрязнения подземных вод на Крым. Наиболее высокий уровень загрязнения характерен для первых от поверхности водоносных горизонтов, незащищенных или слабозащищенных от вертикальной миграции загрязняющих компонентов.

Так содержание нитратов в верхних водоносных горизонтах и в меловом водоносном горизонте районов ряда предприятий составляет около 2 ПДК (ОАО «Симферопольский механический завод «Сантехпром», МП «Таврика», ЧАО «Крым-таксосервис» – г. Симферополь, ЖКХ «Мазанка», ЖКП «Трудовое» – с./с. Ивановка, Мазанка). Также нитратные загрязнения выявлены в водоносных горизонтах аллювиальных отложений долин рек юго-восточного побережья, где практически во всех пробах фиксируются нитраты от 1,3 до 61,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Источником загрязнения являются неорганизованные свалки бытового мусора, жилая застройка, сточные каналы и т.п. Кроме того, выделяются участки загрязнения подземных вод в районе Гаспринской свалки ТБО (Большая Ялта) и в районе бывшей МТФ г. Алушта. Нитратное загрязнение также характерно для Бахчисарайского района, где в водоносных горизонтах аллювиальных отложений долин рек содержание нитратов превышает 1.5 ПДК (сёла Холмовка, Плодовое). Основными факторами, влияющими на состояние подземных вод, являются гидрометеорологические условия и хозяйственная деятельность человека (эксплуатационный водоотбор, потери на площадях орошения, фильтрация подземных вод в зонах накопителей промышленных предприятий.).

В г. Севастополе мониторинг загрязненности подземных вод государственными структурами не осуществляется. На территории РК функционируют различные наблюдательные сети субъектов мониторинга (до 30). Наиболее разветвленные сети имеют: ФГБУ «Крымское УГМС»; Минприроды РК; ТУ Роспотребнадзора РК; ТУ Росводресурсов РК; ТУ Роснедр РК.

Основные проблемы, сдерживающие развитие системы мониторинга:

- устаревшее оборудование, которое используется субъектами региональной системы мониторинга;
- отсутствует комплексный подход – ведомственный характер: различия методик, регламентов; дублирование;
- низкий уровень автоматизации измерений и обработки получаемых данных («ручной пробоотбор» и анализ в лабораториях), практически отсутствуют современные мобильные средства контроля, устаревшее оборудование;
- практически отсутствуют современные программно-аппаратные комплексы сбора, обработки данных мониторинга, формирования прогнозов и поддержки принятия управленческих решений [12].

На кафедре «Техносферная безопасность» Севастопольского государственного университета осуществляются натурные исследования на содержание нитрат-ионов с 2013 года. Производится отбор проб из источников нецентрализованного водоснабжения г. Севастополя и г. Бахчисарая. За 4 года было исследовано более 25 источников – родников, колодцев, скважин. За источниками, в которых обнаружено превышение ПДК нитрат-ионов более чем в 2 раза осуществляется регулярное наблюдение.

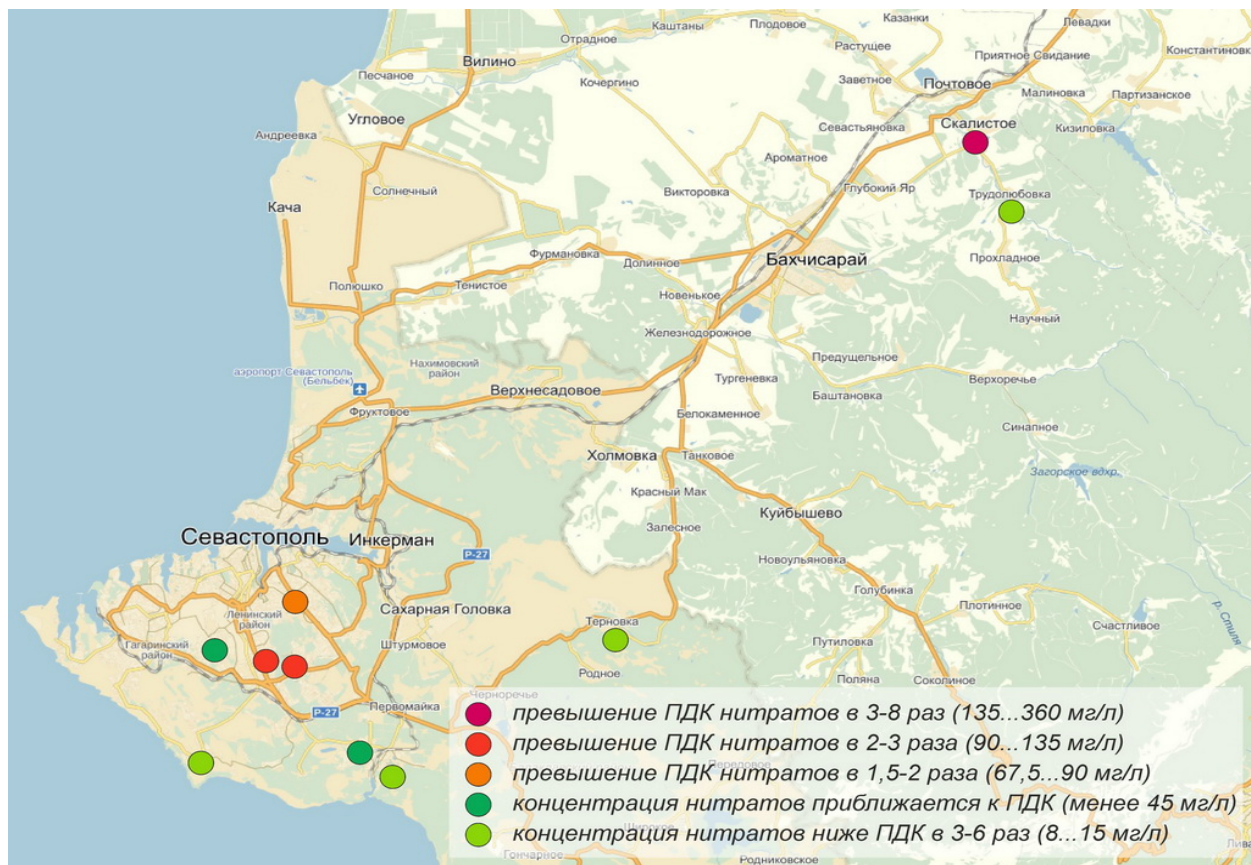


Рис. 1. Схема загрязнения нитрат-ионами подземных вод г. Севастополя и г. Бахчисарая.

В некоторых источниках концентрация нитрат-ионов превышает предельно допустимую в 8 раз (например, в скважинах и колодцах села Скалистое Бахчисарайского района средняя концентрация нитрат-ионов –  $390 \text{ мг/дм}^3$ ; в ноябре 2015 года в родниках Сардинаковский, Максимова дача в г. Севастополе концентрации нитрат-ионов доходили до  $250 \text{ мг/дм}^3$ ). В результате была разработана схема загрязнения нитрат-ионами подземных вод г. Севастополя и Бахчисарая. Карта представлена на рисунке 1.

В качестве рекомендаций по проведению эколого-гидрогеологического мониторинга в пределах исследуемой территории предлагается следующее:

- опробование и анализ подземных вод следует сконцентрировать на участках, находящихся в черте города, т.к. они отличаются наиболее высокими показателями загрязнения;
- в качестве питьевой воды рекомендовать источники, расположенные за чертой городов;
- в процессе мониторинга проследить динамику изменения концентраций нитратов в зависимости от погодных условий и времени года;
- выявлять источники загрязнения подземных вод;
- особое внимание необходимо уделить информированию населения о качестве используемой ими воды.

Безопасность природных ресурсов должна сочетаться с рациональным использованием и охраной водных ресурсов, водосборных бассейнов, ликвидации имеющихся источников загрязнения

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экология, социальный стресс, здоровье населения и демографические проблемы России / А. В. Шафиркин, А. С. Штемберг, И. Э. Есауленко, В. И. Попов. – Воронеж: Научная книга. – 2009. – 435 с.
2. Базарский, О. В. О единой метрике комплексного эколого-геологического пространства / О. В. Базарский, И. И. Косинова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2005. – № 2. – С. 168–172.
3. Кремнева, И. П. Эколого-гидрогеохимическая характеристика подземных вод Липецкой области ECO-HYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF UNDERGROUND WATERS OF LIPETSK AREA // И. П. Кремнева, И. И. Косинова // Вестн. Московского гос. областного ун-та. Сер.: Естественные науки. – 2009. – № 3. – С. 113–119.
4. Косинова, И. И. Основные направления реабилитации Воронежского водохранилища: мат-лы Всероссийской научно-практической конференции. Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области и др. // Приоритетные направления экологической реабилитации Воронежского водохранилища. – 2012. – С. 291–297.
5. Евдокимов, В. И. Анализ структуры и динамики инновационных исследований в области гигиены в 1995–2010 гг. / В. И. Евдокимов, В. И. Попов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2012. – № 3. – С. 87–91.
6. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н. Третьяков [и др.]; отв. ред. Н. Н. Третьяков. – М.: Колос. – 2000. – 334 с.
7. Андруз, Дж. Введение в химию окружающей среды. Пер. с англ. / Дж. Андруз, П. Бримблекумб, Т. Джикелз. – М.: Мир. – 1999. – 271 с.

8. Мониторинг подземных вод: [Электронный ресурс]: Дальневосточный региональный центр государственного мониторинга состояния недр. – URL: <http://www.dggc.ru/>. – (дата обращения: 10.01.2016).
9. Государственный экологический мониторинг: [Электронный ресурс]: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/> – (дата обращения: 12.01.2016).
10. Крайнов, С. Р. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / С. Р. Крайнов, Б. Н. Рыженко, В. М. Швец. – М.: Наука. – 2004. – 677 с.
11. Клёцкина, О. В. Азотное загрязнение подземных вод и управление их качеством в промышленных районах / О. В. Клёцкина, И. И. Минькевич. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский ун-т. – 2013. – 13 с.
12. О состоянии окружающей среды РК: [Электронный ресурс]: Департамент Росприроднадзора по Крымскому федеральному округу. – URL: [http://82.rpn.gov.ru/sites/default/files/users/maksimovskiy/doklad\\_respubliki\\_krim111.pdf](http://82.rpn.gov.ru/sites/default/files/users/maksimovskiy/doklad_respubliki_krim111.pdf) f. – (дата обращения: 14.01.2016).

*Воронежский Государственный Университет*

*Косинова Ирина Ивановна, профессор, доктор геолого-минералогических наук, заведующая кафедрой экологической геологии*

*E-mail: kosinova777@yandex.ru*

*Тел.: 8-473-220-82-89*

*Севастопольский государственный университет*

*Сигора Галина Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры техносферной безопасности СевГУ*

*E-mail: sigora1@yandex.ru, Тел.: +7 (978) 855-94-95*

*Ничкова Лариса Александровна, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой техносферной безопасности*

*E-mail: prohvatilov12@mail.ru, Тел.: +7 (978) 784-36-95*

*Добровольская Евгения Валентиновна, магистр*

*E-mail: edobrov5@mail.ru*

*Тел.: +7(978) 832-65-71*

*Симонова Екатерина Сергеевна, магистр*

*E-mail: bogine4ga@mail.ru*

*Тел.: +7(978) 734-46-31*

*Voronezh State University*

*Kosinova I. I., Professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Ecological Geology Chair*

*E-mail: kosinova777@yandex.ru*

*Tel.: 8-473-220-82-89*

*Sevastopol State University*

*Sigora G. A., PhD in Biology, Associate Professor, Associate Professor, Department of Technosphere safety SevSU*

*E-mail: sigora1@yandex.ru*

*Tel.: +7 (978) 855-94-95*

*Nichkova L. A., PhD in Technical, Associate Professor, head of Department of Technosphere Safety*

*E-mail: prohvatilov12@mail.ru*

*Tel.: +7 (978) 784-36-95*

*Dobrovolskaya E. V., Master's degree*

*E-mail: edobrov5@mail.ru*

*Tel.: +7(978) 832-65-71*

*Simonova E. S., Master's degree*

*E-mail: bogine4ga@mail.ru*

*Tel.: +7(978) 734-46-31*