

УДК 614.777:614.445

## **ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ, СВЯЗАННОГО С УПОТРЕБЛЕНИЕМ ПИТЬЕВЫХ ВОД**

**Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Бакиров А.Б., Гимранова Г.Г., Даукаев Р.А., Аллаярова Г.Р.,  
Рахматуллин Н.Р., Егорова Н.Н., Бактыбаева З.Б.**

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека, Уфа, Россия

*В материалах статьи представлены анализ основных причин, приводящих к загрязнению подземных вод в районах с интенсивной добычей нефти; гигиеническая оценка качества питьевых вод; характеристика существующего риска здоровью населения, связанного с употреблением питьевых вод. Заболеваемость населения, проживающего в районах нефтедобычи, как в Башкортостане, так и в целом по Российской Федерации, является повышенной по целому ряду классов болезней и отдельных нозологий: новообразованиям, врожденным порокам развития, болезням крови и иммунной системы и др. Эта проблема обуславливает необходимость проведения исследований по оценке качества подземных вод, определению существующего риска здоровью населения, проживающего в условиях воздействия объектов нефтедобычи. Настоящими исследованиями установлено, что подземные воды исследуемых территорий характеризуются повышенной минерализацией и жесткостью, высоким содержанием хлоридов, сульфатов, нитратов, железа, стронция. Показатели неканцерогенного риска определяют высокую вероятность развития патологии со стороны сердечно-сосудистой системы, системы крови, костной системы. Существующие уровни канцерогенных рисков оцениваются как сигнальные, свидетельствующие о существовании потенциальной опасности для здоровья населения.*  
**Ключевые слова:** территории нефтедобычи, загрязнение подземных вод, риск здоровью населения

## **ENVIRONMENTAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF HEALTH RISKS TO THE POPULATION OF THE OIL EXTRACTION AREAS ASSOCIATED WITH DRINKING WATER USE**

**Valeev T.K., Suleimanov R.A., Bakirov A.B., Gimranova G.G., Daukaev R.A., Allayarova G.R.,  
Rakhmatullin N.R., Egorova N.N., Baktybaeva Z.B.**

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

The present article presents the analysis of the major causes of underground water pollution in the areas with intensive oil extraction; a hygienic assessment of drinking water quality; the characteristics of current drinking water-related health risks to the population. Morbidity of the population living in the oil extraction areas, in both Bashkortostan, and the Russian Federation on the whole is raised in a number of disease classes and separate diseases, namely neoplasms, congenital developmental anomalies, diseases of blood and immune systems, etc. This problem necessitates carrying out studies on quality of underground waters, determination of existing

health risks to the population living in the areas of oil extraction. The present studies have shown that underground waters of the study area are characterized by raised mineralization and hardness, high concentration of chlorides, sulfates, nitrates, iron, strontium. Parameters of a non carcinogenic risk determine high probability of development of pathologies of the cardiovascular, blood and bone systems. The current levels of carcinogenic risks are estimated as warning, testifying about existence of potential health hazards to the population.

**Key words:** *oil extraction areas, pollution of underground waters, health risks to the population*

Нефтяной комплекс России, включающий в себя более 120 тыс. добывающих скважин, 50 тыс. км магистральных нефтепроводов, а также большое количество других производственных объектов является значительным источником загрязнения объектов окружающей среды. Неблагоприятная окружающая среда в сочетании с экономическими и социальными факторами способствуют формированию негативных тенденций в состоянии здоровья населения [5, 7].

Республика Башкортостан (РБ) характеризуется как регион с высокоразвитой нефтедобывающей промышленностью. На территориях 18 административных районов находится 202 месторождения нефти и газа с ежегодным объемом добычи порядка 14 млн. тонн. Вследствие этого, данные территории характеризуется интенсивным техногенным воздействием на окружающую среду в целом и природные воды в частности. В настоящее время значительная часть пресных подземных вод на этих территориях не отвечает требованиям к водам хозяйственно-питьевого назначения [3, 4, 6, 12, 13, 14]. Заболеваемость населения, проживающего в районах нефтедобычи, как в Башкортостане, так и в целом по Российской Федерации, является повышенной по целому ряду классов болезней и отдельных нозологий: новообразованиям, врожденным порокам развития, болезням крови, иммунной системы и др. [2, 5, 7, 8, 9, 15]. Эта проблема обуславливает необходимость проведения исследований по оценке качества подземных вод, определению существующего риска здоровью населения, проживающего в условиях воздействия объектов нефтедобычи.

**Объекты и методы исследований.** Для проведения эколого-гигиенических исследований в качестве базового объекта наблюдения была определена территория Туймазинского месторождения РБ, где интенсивная нефтедобыча осуществляется на протяжении многих лет. Анализ проб подземных водоисточников проводился по основным приоритетным показателям, характеризующим качество воды по органолептическим, общесанитарным, санитарно-токсикологическим признакам вредности (Испытательно-аналитический центр института аккредитован в системе Росаккредитации на техническую компетентность и независимость: аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.510411, действителен до 26 июля 2018 года). При проведении собственных исследований особое внимание уделялось нецентрализованным источникам водоснабжения (скважины, колодцы, родники), широко используемых сельскими жителями исследуемых территорий для хозяйственно-питьевых целей. Для определения фактического уровня загрязнения централизованных источников водоснабжения учитывались также материалы исследований лабораторий межрайонных центров гигиены и эпидемиологии РБ. При оценке риска здоровью населения использованы результаты гигиенических исследований качества

подземных вод селитебных территорий, наиболее тяготеющих к районам добычи нефти исследуемого региона – Старотуймазинский сельсовет (с. Старые Туймазы, п. Горный, д. Карат-Тамак, д. Кызыл-Буляк, д. Раевка), Николаевский сельсовет (д. Николаевка, д. Ново-Суккулово), Серафимовский сельсовет (п. Серафимовка, д. Серафимовка), Сүбханкуловский сельсовет (д. Зигитяк, д. Нуркеево). Расчеты и анализ риска по органолептическим показателям качества подземных вод проводили в соответствии с методическими рекомендациями (МР) [10], оценку канцерогенных и неканцерогенных эффектов – согласно Руководству [11].

**Результаты и обсуждения.** Многолетние наблюдения показывают, что районы интенсивной нефтедобычи характеризуются загрязнением пресных подземных вод комплексом токсичных соединений (бор, бром, стронций, нефтепродукты, фенолы, бензол и др.) вследствие увеличивающихся объемов нефтепромысловых сточных вод и коррозии нефтепромыслового оборудования [3, 12].

На территориях нефтедобычи нарушаются сроки рекультивации нефтешламowych амбаров, осуществляется сброс поверхностных сточных вод на рельеф местности без технических средств и технологий обезвреживания стоков. Одной из причин несоответствия питьевой воды гигиеническим требованиям является то, что зоны санитарной охраны не обустроены в надлежащем порядке и на их территории не соблюдаются режимные мероприятия. В настоящее время только по 25 % источников питьевого водоснабжения имеются проекты зон санитарной охраны. При этом разведка, добыча, сбор, подготовка и транспорт нефти и газа требуют больших территорий, на которых размещаются многочисленные нефтепромысловые объекты: скважины, технологические емкости, резервуары, линии электропередач, очистные сооружения, компрессоры, нефтесборные пункты, установки подготовки нефти и газа, кустовые насосные станции, нефтеперекачивающие станции и т.п. [1, 4, 12, 13].

Как показывает опыт гидрогеологических исследований и материалы эколого-гигиенических наблюдений техногенные изменения гидрогеологических систем при разведке и добыче нефти и газа происходят под воздействием как «сверху» с земной поверхности, так и «снизу» – из самого массива горных пород [1, 3, 12, 13]. При строительстве скважин основными источниками загрязнения «сверху» являются буровые и тампонажные растворы, буровые сточные воды, шлам выбуренных пород, продукты испытания скважин.

Отработанные буровые растворы, сточные буровые воды и шлам, а в некоторых случаях и продукты испытания скважины поступают в шламовый амбар. При недостаточной гидроизоляции дна и стенок, разрушении обваловки амбаров или при их переполнении происходит растекание жидкостей, загрязнение природных объектов, прежде всего, поверхностных водоемов и водотоков, инфильтрация загрязнителей в верхние водоносные горизонты. Неликвидированные после окончания бурения амбары с оставшимся в них раствором также служат потенциальными загрязнителями водной среды. Основным механизмом проникновения загрязнителей в подземные водоносные горизонты является инфильтрация.

Воздействие объектов нефтяной и газовой промышленности на гидрогеологические системы «снизу» может быть связано со следующими технологическими процессами. При

бурении часть промывочной жидкости поступает из ствола скважины в водоносные горизонты, загрязняя их. Особенно опасно поступление раствора в горизонты пресных вод, содержащихся обычно в верхней части геологического разреза и поэтому подверженных наиболее длительному воздействию буровых растворов в процессе проводки скважин на значительную глубину.

Материалы натуральных гигиенических исследований свидетельствуют о том, что подземные воды, отобранные из скважин, водоразборных колонок и колодцев в населенных пунктах нефтедобывающего региона РБ, характеризуются высокой минерализацией (до 2055 мг/л), чрезвычайно высокой жесткостью (до 27,5 мг-экв./л), высоким содержанием хлоридов (до 603 мг/л), сульфатов (до 1229 мг/л), нитратов (до 214,5 мг/л), железа (до 0,57 мг/л), стронция (до 10,9 мг/л), магния (до 149,6 мг/л). На отдельных участках было выявлено экстремально высокое загрязнение подземных вод нефтепродуктами (до 4,0 мг/л), сероводородом (до 33,8 мг/л). Содержание тяжелых металлов в воде исследуемых створов наблюдения не превышали допустимые гигиенические регламенты.

Учитывая, что одним из альтернативных источников водоснабжения населения является вода родников, были осуществлены исследования по оценке качественного состава воды родников нефтедобывающих районов республики, широко применяющихся для хозяйственно-питьевых целей жителями сельских поселений.

Как показали материалы наших исследований, родниковая вода исследуемых территорий отличается высокой минерализацией (до 1511 мг/л), высокой жесткостью (до 20,8 мг-экв./л), высоким содержанием хлоридов (до 603,5 мг/л), нитратов (до 94,9 мг/л), стронция (до 8,9 мг/л), магния (до 114,6 мг/л). Содержание солей тяжелых металлов, пестицидов, сероводорода, фенолов, нефтепродуктов не превышало допустимых норм.

Следует отметить, что технология нефтедобычи практически везде одинаковая, а потому засоление пресных подземных вод характерно не только для месторождений Башкортостана, но и Татарстана, Удмуртии, Самарской, Оренбургской, Пермской и др. областей [7, 9, 15].

Анализ материалов медицинской статистики позволил установить, что в нефтедобывающих районах, по сравнению с контрольными (лесными) районами РБ, отмечаются более худшие медико-демографические показатели и показатели заболеваемости населения. На этих территориях наблюдаются высокие уровни общей заболеваемости и смертности, высокие показатели онкологической заболеваемости и врожденных уродств [5, 6, 7, 8, 15].

Так, на нефтедобывающих территориях в отдельные периоды наблюдения отмечается превышение относительно контроля по показателям общей смертности до 7 %, а у детей достоверно ( $P < 0,05$ ) выше регистрируется частота обращений за медицинской помощью (кратность превышения составила 20,1 %). При этом общая заболеваемость детей 1 года жизни, проживающих в районах добычи нефти, превышала таковую контрольного района до 21,3 %, частота болезней органов дыхания до 32 %. Кроме того, выявлены и неблагоприятные тенденции по классам заболеваний, которые отнесены ВОЗ к индикаторным в отношении состояния окружающей среды – новообразования и врожденные пороки развития.

Уровень первичной онкологической заболеваемости среди населения нефтедобывающих районов составил в среднем за последние 4 года 275,7 на 100 тыс. населения, что превышает аналогичный показатель контрольных территорий на 24 %. Кроме того, на территориях добычи нефти наблюдается превышение общего контингента больных злокачественными новообразованиями (до 29 %), показателей смертности от онкологической заболеваемости (до 13 %). Частота врожденных аномалий у детей нефтедобывающих районов на 23 % превышает средний уровень контрольных территорий [5, 6].

При оценке органолептического риска были определены наиболее приоритетные показатели, нормируемые по их влиянию на органолептические свойства воды: марганец, медь, общее железо, сульфаты, хлориды, сероводород, а также обобщенные показатели – общая минерализация и жесткость. Согласно МР [10], оценка суммарного риска органолептических эффектов осуществляется выбором его максимального значения из всей группы величин, характерных для каждого из показателей. Величина приемлемого риска рефлекторно-ольфакторных неблагоприятных эффектов составляет 0,1 (или 10 %).

Как показали расчеты, практически на всех исследуемых территориях выявлен повышенный уровень органолептического риска (более 0,1) по показателям общей жесткости, содержанию хлоридов и сульфатов (табл. 1).

**Таблица 1**

Результаты оценки органолептического риска подземных вод населенных пунктов  
Туймазинского месторождения

Анализируемый показатель	Значение	Prob	Риск
Марганец	0,11	-1,864	0,03
Медь	0,01	-8,645	$2,8 \cdot 10^{-18}$
Железо (суммарно)	0,24	-2,322	0,010
Сульфаты	1229,0	-0,705	0,240
Хлориды	603,5	-1,217	0,112
Сероводород	0,001	-3,583	0,0002
Общая минерализация	2055	-1,545	0,061
Жесткость общая	25,3	-0,662	0,254
Максимальное значение		-0,662	0,254

Полученные результаты оценки неканцерогенного риска, связанного с использованием питьевых вод, свидетельствуют о том, что для жителей изучаемой территории существует опасность развития патологии со стороны сердечно-сосудистой системы (НІ составил до 5,75), системы крови (НІ до 5,77). Основным компонентом, формирующим повышенные риски, являются нитраты (НQ – 0,34 – 5,74). Следует отметить, что проведенные исследования выявили также достаточно высокие (сигнальные) показатели риска развития патологии со стороны костной системы (НІ составил до 0,78), обусловленные присутствием стронция, а также почек (НІ до 0,61), связанные с повышенным содержанием в подземных водах кальция и лндана (табл. 2).

Для оценки канцерогенного риска здоровью населения при пероральном поступлении веществ с водой были определены 5 веществ, обладающих канцерогенными эффектами: хром шестивалентный, кадмий, 2,4Д, ДДТ, линдан. Как показали исследования, значения суммарного индивидуального канцерогенного риска, связанного с использованием воды жителями изучаемых населенных пунктов, составили  $3,5 \times 10^{-5}$ – $1,6 \times 10^{-4}$ , что соответствует верхней границе предельно-допустимого риска. Канцерогенный риск, в первую очередь, обусловлен экспозицией линдана ( $CR - 3,4 \times 10^{-5}$ – $1,2 \times 10^{-4}$ ) и хрома ( $CR - 1,5 \times 10^{-5}$ – $2,9 \times 10^{-5}$ ). Популяционный канцерогенный риск составил 0,76 дополнительных случаев злокачественных новообразований для общей численности населения исследуемой территории.

Таблица 2

Неканцерогенный риск (индексы опасности), связанный с использованием воды на территории Туймазинского месторождения

Органы и системы	Старотуймазинский сельсовет	Николаевский сельсовет	Серафимовский сельсовет	Субханкуловский сельсовет
Почки	0,61	0,45	0,22	0,30
Печень	0,31	0,027	0,019	0,15
ССС	5,75	2,13	1,89	0,34
ЦНС	0,003	0,0006	0,0001	0,0001
ЖКТ	0,03	0,016	0,008	0,005
Система крови	5,77	2,14	1,89	0,34
Кожа	0,03	0,011	0,0007	0,0007
Слизистая	0,04	0,03	0,005	0,005
Гормональная система	0,30	0,03	0,03	0,16
Костная система	0,78	0,45	0,40	0,25
Биохимические процессы	0,26	0,38	0,16	0,12

**Заключение.** Процессы нефтедобычи оказывают значительное влияние на качество подземных вод. Источниками загрязнения подземных вод являются буровые и тампонажные растворы, буровые сточные воды, шлам выбуренных пород, продукты испытания скважин, промывочные жидкости и др.

Подземные воды, используемые жителями отдельных поселений в хозяйственно-питьевых целях, характеризуются повышенной минерализацией (до 2,4 ПДК) и жесткостью (до 3,9 ПДК), высоким содержанием хлоридов (до 2,5 ПДК), сульфатов (до 2,6 ПДК), нитратов (до 4,9 ПДК), железа (до 2,2 ПДК), стронция (до 1,5 ПДК). В ряде проб, отобранных из скважин и колодцев, регистрируется присутствие нефтепродуктов и сероводорода.

Неудовлетворительное качество подземных вод нефтедобывающих территорий обусловлено как природными гидрогеохимическими и гидрогеологическими особенностями местности, так и техногенным воздействием: проникновением напорных вод из глубоко

залегающих водоносных горизонтов, связанным с нарушением естественных водоупорных толщ многочисленными скважинами и принудительным увеличением в них пластового давления, инфильтрацией хлоридно-сульфатных вод и нефти из-за порывов нагнетательных линий и нефтепроводов и др. Повышенное содержание нитратов и пестицидов (линдан, 2,4Д, ДДТ) в водоисточниках можно объяснить воздействием агропромышленного комплекса, деятельность которого достаточно развита в данном регионе.

Показатели неканцерогенного риска, связанного с использованием питьевых вод, определяют высокую вероятность развития патологии со стороны сердечно-сосудистой системы (НІ = 5,75), системы крови (НІ = 5,77), в меньшей степени – со стороны костной системы (НІ = 0,78). Кроме того, высокий солевой состав исследованных вод может способствовать развитию заболеваний мочеполовой системы. Существующие канцерогенные риски (3,5E-05-1,6E-04), связанные с пероральным поступлением линдана и хрома, можно оценить как сигнальные, свидетельствующие о существовании потенциальной опасности для здоровья населения.

На основании проведенных исследований был обоснован и внедрен в систему Роспотребнадзора комплекс гигиенических рекомендаций, направленный на улучшение эколого-гигиенической ситуации в зонах интенсивной нефтедобычи. Результаты исследований были учтены при реализации ряда экологических и природоохранных мероприятий, проводимых в Башкортостане.

#### Список литературы:

1. Акманов Р.Х. Причины загрязнения пресных подземных вод районов нефтедобычи Башкирии /Ин-т геологии БНЦ УрО РАН. – Уфа, 1992. – 122 с.
2. Артемьева А.А. Оценка влияния нефтедобывающей промышленности на показатели состояния здоровья населения в контексте перспектив устойчивого развития: Автореф... дисс. канд. географ. наук. – Казань: ГОУ ВПО УГУ, 2011. – 24с.
3. Бакиров А.Б., Сулейманов Р.А., Егорова Н.Н., Валеев Т.К. Гигиеническая характеристика водоснабжения сельского населения в нефтедобывающих районах Республики Башкортостан. – Уфа: Гилем, Башкирская энциклопедия, 2014. – 136с.
4. Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Егорова Н.Н., Рахматуллин Н.Р. Оценка загрязнения подземных вод и обоснование природоохранных мероприятий на территориях нефтедобычи Республики Башкортостан //Охрана окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2014. – № 1. – С. 29–32.
5. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Каримова Л.К. Комплексная оценка условий труда и состояния здоровья нефтяников //Медицина труда и промышленная экология. –2009. – № 8. – С. 1–5.
6. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Сулейманов Р.А., Каримова Л.К., Валеев Т.К. Проблема здоровья трудоспособного населения в регионах нефтедобычи Российской Федерации //Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. /Актуальные проблемы профилактической медицины, среды обитания и здоровья населения. – Уфа, 2013. – С.64–68.

7. Иванов А.В. Гигиена окружающей среды и здоровье населения в нефтедобывающих районах Республики Татарстан: Автореф... .дисс. докт. мед. наук. – Москва: КГМУ, 1997. – 35с.
8. Калмуханова А.К. Экологические и медико-демографические аспекты здоровья работающих и населения в районе размещения предприятий по добыче нефти и газа: Автореф... .дисс.канд. мед. наук. – Алматы: ВШОЗ МЗРК, 2010.– 26с.
9. Май И.В., Евдошенко В.С., Чиркова А.А. Оценка и минимизация риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания в зоне влияния объектов нефтедобычи. //Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 5. – С. 24–27.
10. Методические рекомендации «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности» МР 2.1.4.0032-11. – М.: ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, 2011. – 37 с.
11. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
12. Сулейманов Р.А. Гигиеническая оценка фосфорорганических комплексонов как загрязнителей водных ресурсов: Автореф... .дисс. канд. мед. наук. – Л., 1987. – 23 с.
13. Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Егорова Н.Н. Эколого-гигиеническая оценка процессов нефтедобычи как источников загрязнения подземных вод //Вода: химия и экология. – 2013. – № 11. – С. 98–100.
14. Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Нигматуллин И.М., Гайсин А.А. Гигиеническая характеристика качества подземных питьевых вод нефтедобывающих территорий //Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93. – № 6. – С. 21–23.
15. Тафеева Е.А. Научное обоснование системы гигиенической безопасности и основы охраны здоровья населения нефтедобывающих регионов Республики Татарстан: Автореф... дис. докт. мед.наук. – Казань: НГМУ, 2009. – 38 с.