

Социально-экономические исследования

УДК 502.17:613.1 (470.51) (045)

А.А. Артемьева

ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ НЕКАНЦЕРОГЕННЫХ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, СВЯЗАННОГО С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ НЕФТЕДОБЫЧИ

Предлагается и апробируется методика количественной оценки риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, в разрезе отдельных населенных пунктов Удмуртии, расположенных в непосредственной близости от нефтепромысловых объектов в районах с интенсивной нефтедобычей. Исходными данными для оценки послужили результаты производственного мониторинга за состоянием загрязнения подземных вод на территории Лозюкско-Зуринского и Арланского месторождений нефти, проводимого нефтяными компаниями, а также данные о количестве зарегистрированных заболеваний за год и численности всех возрастных категорий населения в населенных пунктах, в которых расположены фельдшерско-акушерские пункты. В ходе проведения исследования для населенных пунктов, расположенных поблизости от нефтепромысловых объектов, были выявлены основные источники – загрязнители подземных вод, рассчитаны осредненные за год концентрации загрязняющих веществ в подземных водах, используемых для питьевого водоснабжения, и уровни заболеваемости населения, как общей, так и по отдельным классам болезней. С помощью методик оценки риска проведена количественная оценка вероятности возникновения и развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод в районах нефтедобычи. Проведен анализ изменения структуры заболеваемости населения под воздействием нефтедобычи. Сопоставление полученных результатов с установленным критерием риска показало, что уровни риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения исследуемых населенных пунктов от загрязнения подземных вод являются допустимыми, но прослеживается зависимость между уровнями загрязнения и структурой заболеваемости населения в виде значительного увеличения доли заболеваемости болезнями эндокринной, пищеварительной и мочеполовой систем как у всех категорий населения, так и у детей до 17 лет.

Ключевые слова: Удмуртия, нефтедобыча, загрязнение подземных вод, заболеваемость, оценка риска здоровью населения.

Нефтедобывающая промышленность является потенциально опасной относительно загрязнения окружающей среды, в частности водных ресурсов. Несмотря на то что объемы сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты от нефтедобывающих предприятий очень малы, на нефтепромыслах имеется огромное количество потенциальных источников загрязнения водных ресурсов: неэкранированные земляные амбары, шламонакопители сточных вод, негерметичные эксплуатационные колонны, поврежденные нагнетательные и нефтесборные промысловые трубопроводы, аварийные выбросы, разлив и утечка нефти и т. д. Основными загрязнителями при этом являются: нефть и нефтепродукты, минерализованные пластовые и сточные воды нефтепромыслов и бурения скважин, шламы бурения, шламы нефте- и водоподготовки, химические реагенты, применяемые для интенсификации процессов нефтедобычи и бурения. Загрязнение проявляется прежде всего на локальном уровне – непосредственно вблизи от мест нефтепромыслов. Трансформация химического состава как подземных, так и поверхностных вод проявляется в виде повышения уровня общей минерализации и жесткости, повышенного содержания хлоридов и сульфатов, загрязнения нефтью и нефтепродуктами небольших водотоков, родников или неглубоких скважин на отдельных участках продолжительное время. Все технологические процессы в нефтедобывающей промышленности (разведка, бурение, добыча, сбор, хранение, транспортировка нефти) при соответствующих условиях нарушают естественную экологическую обстановку.

Одним из показателей воздействия нефтедобычи на состояние окружающей среды, и в частности водных ресурсов, используемых для питьевого водоснабжения, является состояние здоровья населения, проживающего в районах нефтепромыслов. Данный показатель является комплексным, поскольку одновременно отражает влияние как социально-экономического развития, так и экологической устойчивости среды обитания. Кроме того, показатель состояния здоровья населения можно использовать как при проведении ретроспективного анализа воздействия нефтедобычи, так и при оценке потенциально возможного ущерба от загрязнения окружающей среды.

Целью исследования явилось определение риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения, связанного с загрязнением подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, на территории населенных пунктов, расположенных поблизости от объектов нефтедобычи.

Материалы и методы исследования

Основные методы исследования: математические и статистические, анализа и синтеза, картографический, сравнительно-описательный, пространственного и временного анализа.

Для получения количественных характеристик потенциального и реального ущерба здоровью населения от загрязнения среды обитания при нефтедобыче был выбран метод оценки риска. За методическую базу были приняты работа М.И. Чубирко с соавторами [1] по оценке риска для здоровья населения, а также руководство Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [2], утвержденное главным государственным санитарным врачом России Г.Г. Онищенко 05.03.2004 г. На основе указанных работ были сформированы методики оценки риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, и систематизированы в виде блок-схем, представленных на рисунках 1, 2.

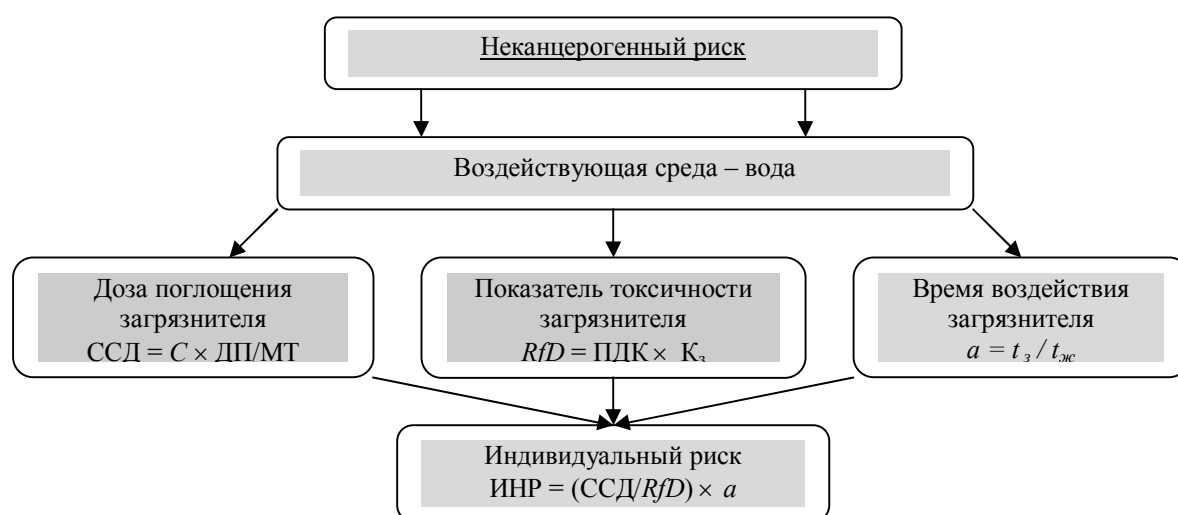


Рис. 1. Методика количественной оценки неканцерогенного риска для здоровья населения согласно работе М.И. Чубирко и др. [1]

Условные обозначения:

ССД – среднесуточная доза поглощения загрязнителя (мг/кг^х сутки).

С – осредненная концентрация загрязнителя в воде, используемой для питьевого водоснабжения, за оцениваемый период (мг/л).

ДП – суточное потребление питьевой воды (для взрослого человека составляет 2 л/сутки).

МТ – средняя масса тела человека (для взрослого человека составляет 70 кг).

RfD – референтная доза (показатель токсичности вещества – характеризует уровень минимального токсического эффекта для экспонированного населения).

ПДК – предельно допустимая концентрация загрязнителя в воде (мг/л).

K_з – коэффициент запаса – константа, характеризующая степень токсичности загрязнителя, принимающая значения 7,5; 6; 4,5; 3 соответственно для веществ 1; 2; 3; 4 классов опасности.

a – константа, показывающая долю времени в течение жизни человека, когда наблюдается воздействие загрязнителя ($a = t_{\text{проживания под воздействием загрязнителя}} / t_{\text{жизни}}$). Средняя продолжительность жизни человека составляет 70 лет. При условии оценки риска в течение всей жизни $a = 1$.

ИНР – индивидуальный неканцерогенный (общетоксический) риск.

Если ИНР < 1, то риска угрозы здоровью нет (опасности отравления нет). Если ИНР > 1, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше значение ИНР превышает 1.

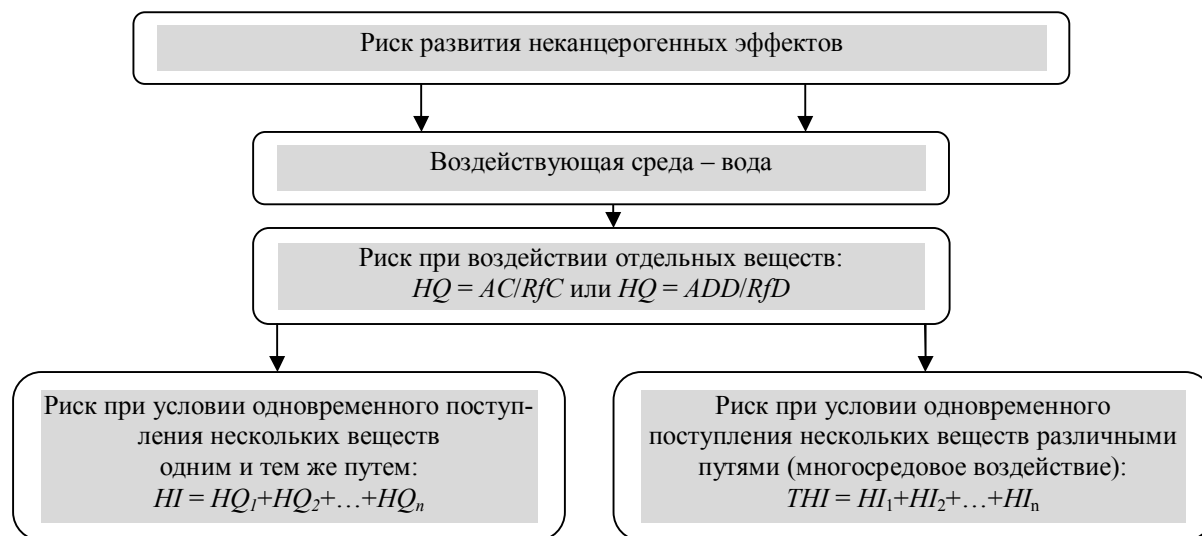


Рис. 2. Методика количественной оценки неканцерогенного риска для здоровья населения согласно руководству Р 2.1.10.1920-04 [2]

Условные обозначения:

HQ – коэффициент опасности – характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при воздействии отдельных загрязняющих веществ.

HQ_n – коэффициент опасности для отдельного компонента (вещества) смеси воздействующих загрязняющих веществ.

ADD – среднесуточная доза – потенциальная суточная доза поступления загрязняющего вещества, усредненная с учетом массы тела человека и периода воздействия вещества (мг/кг × сутки):

$$ADD = C \times IR \times ED \times EF / BW \times AT \times DPY$$

C – концентрация загрязняющего вещества в воде, потребляемой человеком (мг/л).

IR – величина (скорость) поступления загрязняющего вещества в организм человека, зависящая от объема потребляемой воды. Суточное потребление питьевой воды для взрослого человека – 2 л/сутки.

ED – продолжительность воздействия (лет). Стандартное значение для взрослого человека – 30 лет.

EF – частота воздействия (дней/год). Частота воздействия отражает либо продолжительное воздействие (365 дней в году), либо частичное или прерывистое воздействие. Стандартное значение – 350 дней в году.

BW – средняя масса тела человека (для взрослого человека составляет 70 кг).

AT – период осреднения воздействия (для хронических воздействий на взрослого человека – 30 лет).

DPY – число дней в году (365 дней/год).

AC – средняя концентрация загрязняющего вещества в воде, потребляемой человеком (мг/л). Для оценки риска, обусловленного хроническими воздействиями загрязняющих веществ, применяются среднегодовые концентрации и их верхние 95 %-ные доверительные границы, установленные по среднесуточным концентрациям.

RfD – референтная (безопасная) доза (мг/кг × сутки), RfC – референтная (безопасная) концентрация (в воде – мг/л) – суточное воздействие загрязняющего вещества в течение всей жизни человека, которое, вероятно, не приводит к возникновению непереносимого риска для его здоровья. Рекомендуемые значения референтных доз и концентраций с указанием критических органов и/или систем представлены в Приложении 2 Р 2.1.10.1920-04.

HI – индекс опасности – характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при условии одновременного поступления нескольких загрязняющих веществ одним и тем же путем, например, пероральным.

HI_n – индекс опасности для отдельного пути поступления или отдельного маршрута воздействия нескольких загрязняющих веществ.

THI – суммарный индекс опасности – характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при комплексном поступлении загрязняющих веществ в организм человека из окружающей среды одновременно несколькими путями, а также при многосредовом и многомаршрутном воздействии.

Если HQ (HI или THI) < 1, то риска угрозы здоровью нет (опасности отравления нет). Если HQ (HI или THI) > 1, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше значение HQ (HI или THI) превышает 1.

В ходе исследования рассматривались основные составляющие загрязнения подземных вод при нефтедобыче: нефтепродукты, хлориды и сульфаты, не обладающие канцерогенным эффектом для организма человека. В качестве исходных материалов использовались ситуационные карты нефтяных

месторождений, данные нефтяных компаний о результатах производственного мониторинга за состоянием окружающей среды на территории месторождений нефти, а также данные фельдшерско-акушерских пунктов о количестве зарегистрированных заболеваний за год и численности всех возрастных категорий населения в населенных пунктах.

Для проведения исследования были выбраны два муниципальных района Удмуртии с наиболее интенсивной нефтедобычей – Игринский и Каракулинский¹. При выборе населенных пунктов в пределах рассматриваемых районов учитывались следующие условия: близкое расстояние до основных источников загрязнения – объектов нефтедобычи (до 2 км); наличие на территории населенного пункта наблюдательных пунктов производственного мониторинга нефтяных компаний, в которых проводились отборы проб подземных вод; высокий уровень заболеваемости населения, проживающего в черте населенного пункта. Для проведения процедуры оценки риска было выделено только несколько населенных пунктов, характеризующихся максимальными уровнями общей заболеваемости населения и расположенных в пределах контуров крупных нефтяных месторождений в непосредственной близости от объектов нефтедобычи. Уровень заболеваемости рассчитывался в рамках исследования на основании данных о количестве зарегистрированных заболеваний за год и численности всех возрастных категорий населения в населенных пунктах Игринского² и Каракулинского³ районов, в которых расположены фельдшерско-акушерские пункты, в пересчете на 1000 человек. На территории Игринского района это деревни Максимовка, Ключевка и Тюптиево, расположенные в непосредственной близости от мест нефтепромыслов Лозолюкско-Зуринаского нефтяного месторождения. Уровень заболеваемости населения в данных населенных пунктах составлял в 2012 г. соответственно 7798,2 ‰, 6427,3 ‰, 5988,4 ‰. На территории Каракулинского района это деревни Кухтино и Сухарево, расположенные в непосредственной близости от объектов нефтедобычи Вятской площади Арланского месторождения нефти. Уровень заболеваемости населения в данных населенных пунктах составлял в 2012 г. соответственно 3402,9 ‰ и 2108,4 ‰. Расчет проводился с использованием программного обеспечения EXCEL (версия 11.0).

Результаты и их обсуждение

На основании ситуационных карт Лозолюкско-Зуринаского⁴ и Арланского⁵ нефтяных месторождений масштаба 1:50000 для исследуемых населенных пунктов были определены наиболее близко расположенные по отношению к ним объекты нефтедобычи (табл. 1).

По данным результатов производственного контроля (мониторинга) за состоянием загрязнения подземных вод на территории Лозолюкско-Зуринаского⁶ и Арланского⁷ месторождений нефти, проводимых нефтяными компаниями в 2012 году, для исследуемых населенных пунктов были рассчитаны средние за год концентрации загрязняющих веществ в подземных водах, используемых для питьевого водоснабжения (табл. 2). На основании полученных значений среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в подземных водах, используемых для питьевого водоснабжения, на территории исследуемых населенных пунктов была проведена количественная оценка вероятности развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения, проживающего в данных населенных пунктах, согласно методикам, представленным в виде блок-схем на рисунках 1, 2. Расчет проводился с использованием программного обеспечения EXCEL (версия 11.0). Расчетные данные представлены в табл. 3, 4. Сводные результаты оценки неканцерогенного риска для здоровья населения представлены в табл. 5.

¹ Отчет о добыче нефти в разрезе муниципальных районов Удмуртии за 2012 год: рукопись / Отдел статистики Министерства промышленности и энергетики по Удмуртской Республике.

² Отчет о заболеваемости населения по фельдшерско-акушерским пунктам Игринского района Удмуртии за 2012 год: рукопись / Отдел медицинской статистики БУЗ УР «Игринская районная больница МЗ УР».

³ Отчет о заболеваемости населения по фельдшерско-акушерским пунктам Каракулинского района Удмуртии за 2012 год: рукопись / Отделение статистики МБУЗ УР «Каракулинская центральная районная больница».

⁴ Карта фактического материала с пунктами мониторинга Лозолюкско-Зуринаского месторождения. Масштаб 1:50000 / ОАО «Удмуртнефть», 2012.

⁵ Карта расположения пунктов мониторинга на Вятской площади Арланского месторождения нефти. Масштаб 1:50000 / ОАО «Белкамнефть», 2012.

⁶ Результаты мониторинга за состоянием поверхностных и подземных вод на территории нефтяных месторождений: рукопись / ОАО «Удмуртнефть», 2012.

⁷ Отчет о производственном контроле состояния подземных вод на Вятской площади Арланского месторождения нефти: рукопись / ОАО «Белкамнефть», 2012.

Итоговые показатели оценки неканцерогенного риска, полученные в ходе проведения расчетов с использованием двух вышеуказанных методик, различаются в довольно широких пределах, что служит примером применения разных методик при оценке одного и того же компонента среды. Существенные различия в искомых показателях обусловлены различиями в подходе определения пороговой дозы поступления загрязняющего вещества в организм человека. В методике, которая приводится в работе М.И. Чубирко с соавторами [1] (рис. 1), за основу определения пороговой дозы неканцерогенных загрязняющих веществ принято значение предельно допустимой концентрации (ПДК), скорректированное с учетом класса опасности веществ. С учетом опасности загрязняющих веществ введен коэффициент запаса, характеризующий степень токсичности загрязнителя. Пороговая (референтная) доза определена как произведение ПДК загрязнителя на коэффициент запаса. В руководстве Р 2.1.10.1920-04 [2] (рис. 2) пороговая доза есть референтная доза, определяемая как отношение величин уровня необнаруживаемого вредного эффекта (NOAEL) или минимального уровня обнаруживаемого вредного эффекта (LOAEL) к произведению соответствующих коэффициентов неопределенностей, которые используются для учета межвидовой чувствительности при переходе от животных к человеку, внутривидовой индивидуальной чувствительности, переходов от сравнительно кратковременных наблюдений к оценкам эффектов на значительно больший период времени. При расчете пороговых доз с использованием значений ПДК загрязняющих веществ применяются коэффициенты запаса, принимающие значения в довольно узких пределах – от 3 до 7,5. В свою очередь, коэффициенты неопределенности, используемые для расчета референтных доз, варьируют от 10 до 100, а их совместное произведение может достигать максимального значения, равного 10000. Можно сказать, что коэффициенты запаса и коэффициенты неопределенности выполняют роль факторов «перестраховки» или «запаса надежности результатов», в связи с чем в расчеты показателей риска входят намеренно заниженные значения пороговых доз.

Следует отметить, что существует большое различие между референтной дозой и ПДК для нефтепродуктов в воде, а именно: референтная доза составляет 0,03 мг/кг, а ПДК – 0,1 мг/л. Кроме того, для таких составляющих загрязнения подземных вод при нефтедобыче, как сульфаты и хлориды, референтная доза не установлена. В связи с этим при оценке неканцерогенного риска здоровью населения от загрязнения подземных вод, проведенной согласно Р 2.1.10.1920-04 [2], учитывалось только содержание в воде нефтепродуктов.

Для анализа результатов оценки риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения были приняты во внимание данные, полученные в ходе расчета по методике, приведенной на рис. 1. Во-первых, данная методика основывается на значениях российских гигиенических нормативов, наиболее значимым из которых является ПДК. Во-вторых, коэффициенты запаса варьируют в значительно меньших пределах и позволяют сократить вариации исходных данных. В-третьих, данные российских гигиенических нормативов более доступны, удобны в использовании при проведении сравнительного анализа качества окружающей среды и ее отдельных компонентов, а также при разработке природоохранных и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на снижение риска, нежели данные NOAEL и LOAEL, используемые в зарубежной, в частности американской, науке. Необходимо отметить, что, несмотря на значительные различия в значениях показателей риска, полученных при проведении расчетов по двум вышеуказанным методикам, отмечаются общие тенденции изменения уровня риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод в исследуемых населенных пунктах.

Анализ уровней риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, показал, что на территории Игринского района наиболее высокий уровень риска в 2012 г. отмечался в деревне Ключевке, что обусловлено влиянием как дожимной насосной станции (ДНС) № 12, так и кустов скважин № 6 и № 7, расположенных в 2 и 1,5 км соответственно к западу-северо-западу от деревни, а также кустов скважин № 8 и № 9, расположенных в 1,9 и 1,25 км к западу от деревни. Далее по величине риска следуют деревни Максимовка и Тюптиево, где основными источниками загрязнения являются ДНС № 10 и куст скважин № 18, расположенный соответственно в 2,1 и 2,7 км к югу от населенных пунктов. Следует отметить, что значительный вклад в загрязнение подземных вод вносят порывы на многочисленных нефтепроводах и водоводах, идущих к ДНС и пролегающих вблизи исследуемых населенных пунктов. Приоритетными загрязняющими веществами, оказывающими определяющее влияние на уровень риска, являлись нефтепродукты.

На территории Каракулинского района уровень риска в 2012 г. достигал максимального значения в д. Кухтино, где основными источниками загрязнения являются кусты скважин и производственная база «Вятка». Уровень риска от загрязнения подземных вод в д. Сухарево в 1,2 раза ниже, чем в д. Кухтино. Средний уровень риска по дд. Кухтино и Сухарево Каракулинского района в 1,05 раз выше среднего уровня риска по исследуемым деревням Игринского района. Следует отметить, что однозначной зависимости между близостью объектов нефтедобычи к населенным пунктам и уровнями риска для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, не прослеживается. На уровень загрязнения подземных вод оказывают влияние не только технологические особенности нефтепромысловых объектов, продолжительность и объемы поступления загрязняющих веществ, но и гидрогеологические условия местности, а именно: наличие тектонических нарушений и различных по генезису «литологических окон» водоупорных толщ, строение подземных водоносных толщ и степень их естественной защищенности, активность водообмена и др. Кроме того, источником загрязнения могут служить объекты наземной нефтяной коммуникации (нефтепроводы, водоводы и нагнетательные линии), при порывах которых происходит инфильтрация загрязняющего вещества в грунтовые воды.

Согласно методикам оценки риска, если значения рассчитанных уровней неканцерогенного риска не превышают единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении загрязняющих веществ в течение жизни несущественна и такое воздействие характеризуется как допустимое. Сопоставление полученных результатов с установленным критерием риска показало, что уровни риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения исследуемых населенных пунктов от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, является допустимыми.

С целью выявления возможных неблагоприятных эффектов для здоровья населения от изменения качества подземных вод под воздействием нефтепромысловых объектов был проведен сравнительный анализ динамики уровней неканцерогенного риска и заболеваемости населения по классам болезней в разрезе исследуемых населенных пунктов. Для каждого населенного пункта были рассчитаны показатели заболеваемости, как для всех возрастных категорий населения, так и для детей до 17 лет, за 2012 г. Расчет искомых показателей проводился с учетом данных по количеству зарегистрированных заболеваний по классам болезней за год и численности соответствующих возрастных категорий населения в населенных пунктах Игринского⁸ и Каракулинского⁹ районов в пересчете на 1000 человек.

При проведении анализа рассматривались 3 класса заболеваний, которые в наибольшей степени определяются качеством подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, а именно: болезни эндокринной, мочеполовой и пищеварительной систем. В ходе сравнительного анализа было выявлено, что прослеживается некоторая зависимость между уровнями риска от загрязнения подземных вод нефтепродуктами, повышенной минерализацией вод и уровнями заболеваемости населения болезнями эндокринной и пищеварительной систем. Что касается болезней мочеполовой системы, то здесь определяющее влияние оказывают прежде всего показатель жесткости подземных вод, а также уровень их минерализации, которые обусловлены 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.

Так, на территории Игринского района в исследуемых населенных пунктах в 2012 г. отмечался повышенный уровень заболеваемости болезнями пищеварительной (до 32 %) и эндокринной систем (до 15 %), что связано с загрязнением подземных вод нефтепродуктами (до 0,01 мг/л). Основным источником загрязнения являлись порывы на многочисленных нефтепроводах, идущих к дожимной насосной станции и пролегающих вблизи населенных пунктов. В свою очередь, в населенных пунктах Каракулинского района средние уровни заболеваемости болезнями пищеварительной и эндокринной систем были меньше в 1,6 и в 1,4 раза соответственно и составляли 16 % и 8,5 % при фактической концентрации нефтепродуктов в подземных водах 0,005 мг/л, что в 2 раза ниже, чем на территории Игринского района.

⁸ Отчет о заболеваемости населения по фельдшерско-акушерским пунктам Игринского района Удмуртии за 2012 год: рукопись / Отдел медицинской статистики БУЗ УР «Игринская районная больница МЗ УР».

⁹ Отчет о заболеваемости населения по фельдшерско-акушерским пунктам Каракулинского района Удмуртии за 2012 год: рукопись / Отделение статистики МБУЗ УР «Каракулинская центральная районная больница».

Таблица 1

Населенные пункты с наиболее высокими уровнями общей заболеваемости населения, расположенные в пределах Лозолоукско-Зуринаского и Арланского нефтяных месторождений на территории Игринского и Каракулинского районов

Район	Населенный пункт	Общая заболеваемость населения, ‰	Месторождение нефти (год начала разработки)	Расстояние до ближайших объектов нефтедобычи					
				Менее 0,5 км	0,5–1 км	1–2 км	2–3 км	3–4 км	4–5 км
Игринский	Максимовка	7798,2 ‰	Лозолоукско-Зуринаское (1989)	ДНС-10	–	–	Куст скважин 18 Куст скважин 24	Кусты скважин 16, 17, 20, 22, 23	Кусты скважин 14, 15
	Ключевка	6427,3 ‰		–	–	ДНС-12; Кусты скважин 6, 7, 8, 9	Кусты скважин 4, 5, 10, 12	Кусты скважин 3, 2, 11, 13, 14	Куст скважин 1
	Тюптиево	5988,4 ‰		–	–	ДНС-10	Куст скважин 18	Кусты скважин 20, 24, 22	Кусты скважин 14, 16, 17, 23
Каракулинский	Кухтино	3402,9 ‰	Арланское (1973)	Куст скважин 1	Кусты скважин 91, 150, 3, 2; производственная база «Вятка»	Кусты скважин 25, 138, 147, 67, 151, 149, 5, 134, 16, 216, 106, 100, 101, 137	Кусты скважин 80, 6, 7, 8, 29, 19, 148, 108, 18, 107, 111, 4, 102, 152, 17; одиночные скважины 6831, 6832	Кусты скважин 83, 9, 21, 20, 234, 34, 35, 41, 217, 38, 40, 133, 109, 110, 103, 104, 1; одиночные скважины 39, 22	Кусты скважин 85, 24, 84, 28, 33, 76, 68, 79, 135, 131, 39, 10, 113, 212, 115, 114, 105, 154, 37; одиночная скважина 318
	Сухарево	2108,4 ‰		Кусты скважин 17, 217	Кусты скважин 37, 15, 101, 152	Кусты скважин 139, 105, 104, 102, 2, 80, 137, 25, 147, 154; одиночные скважины 8, 318, 22	Кусты скважин 50, 36, 14, 114, 103, 4, 111, 100, 91, 138; одиночная скважина 39	Кусты скважин 49, 125, 13, 115, 113, 10, 110, 106, 3, 6, 107, 67, 151; производственная база «Вятка»	Кусты скважин 60, 48, 156, 126, 124, 120, 117, 12, 11, 41, 212, 109, 150, 18, 108, 16, 216, 134, 149, 7; одиночные скважины 6448, 6831, 6832

Таблица 2

Сводные данные результатов производственного мониторинга за состоянием загрязнения подземных вод в исследуемых населенных пунктах на территории Лозюльско-Зурицкого и Арланского месторождений нефти за 2012 г.

Район	Населенный пункт/ пункт отбора проб	Основной источник загрязнения/ расстояние, км	Осредненные за год результаты химических анализов проб подземных вод													
			Жесткость (мг-экв/л)	рН	Сухой остаток (мг/л)	НСО ₃ ²⁻ (мг/л)	СГ, мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	Ca ²⁺ , мг/л	Mg ²⁺ , мг/л	Na ⁺ + K ⁺ , мг/л	Fe общ., мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	Нефтепро- дукты, мг/л
Игринский	Максимовка/ колодец б/н	ДНС-10/0,3 км Куст скважин 18 /2,1 км	4,9	8,1	381,3	258,6	9,86	11,38	0,02	2,46	57,2	17,9	7,85	0,1	менее 0,05	0,007
	Ключевка/ колодец б/н	ДНС-12/1,9 км, куст скважин 6/2,0 км, куст скважин 7/1,5 км, куст скважин 8/1,9 км, куст скважин 9/1,25 км	4,17	8,3	326,3	233,6	9,97	10,7	0,03	2,7	55,8	8,8	7,56	0,1	менее 0,05	0,01
	Тюптиево/ колодец б/н	ДНС-10/1,1 км, куст скважин 18/2,7 км	3,78	7,6	302,7	225,2	9,3	10,9	0,02	2,52	49,5	13,4	6,78	0,08	менее 0,05	0,006
Каракулинский	Кухтино/ колодец б/н	Куст скважин 1/0,5 км, производственная база «Вятка»/0,6 км, куст скважин 2/1км, куст скважин 3/0,75 км, куст скважин 91/0,75 км, куст скважин 150/0,88км	7,5	7,3	386, 2	415,3	17,9	20,5	0,02	2,25	115	18,3	4,53	0,2	0,4	0,005
	Сухарево/ колодец б/н	Куст скважин 17/0,3 км, куст скважин 217/0,25км, кусты скважин 15,37, 101/0,88 км, куст скважин 152/0,8 км	6,3	7,5	365,8	325,4	12,8	18,1	0,03	4,51	92	20,3	6,28	0,1	0,05	0,005
ПДК			7	6—9	1000	—	350	500	3	45	—	50	—	0,3	2	0,1
Класс опасности вещества							4	4	2	3		3		3	4	4

Таблица 3

Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, проживающего в исследуемых населенных пунктах на территории Лозюкско-Зурицкого и Арланского месторождений нефти, от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, в 2012 году (согласно методике на рис. 1)

Район	Населенный пункт	Загрязняющее вещество			Оценка неканцерогенного риска				
		Наименование	ПДК (мг/л)	Класс опасности	K_3	R/D (мг/кг ^х сут)	C (мг/л)	ССД (мг/кг ^х сут)	ИНР
Игринский	Максимовка	Хлорид-ион	350	4	3	1050	9,86	0,281714	0,000268
		Сульфат-ион	500	4	3	1500	11,38	0,325143	0,000217
		Нефтепродукты	0,1	4	3	0,3	0,007	0,0002	0,000667
	Итого по д. Максимовка:								0,001152
	Ключевка	Хлорид-ион	350	4	3	1050	9,97	0,284857	0,000271
		Сульфат-ион	500	4	3	1500	10,7	0,305714	0,000204
		Нефтепродукты	0,1	4	3	0,3	0,01	0,000286	0,000952
	Итого по д. Ключевка:								0,001427
	Тюптиево	Хлорид-ион	350	4	3	1050	9,3	0,265714	0,000253
		Сульфат-ион	500	4	3	1500	10,9	0,311429	0,000208
		Нефтепродукты	0,1	4	3	0,3	0,006	0,000171	0,000571
	Итого по д. Тюптиево:								0,001032
Каракулинский	Кухтино	Хлорид-ион	350	4	3	1050	17,9	0,511429	0,000487
		Сульфат-ион	500	4	3	1500	20,5	0,585714	0,000390
		Нефтепродукты	0,1	4	3	0,3	0,005	0,000143	0,000476
	Итого по д. Кухтино:								0,001354
	Сухарево	Хлорид-ион	350	4	3	1050	12,8	0,365714	0,000348
		Сульфат-ион	500	4	3	1500	18,1	0,517143	0,000345
		Нефтепродукты	0,1	4	3	0,3	0,005	0,000143	0,000476
	Итого по д. Сухарево:								0,001169
Итого в среднем по населенным пунктам Игринского района:								0,001204	
Итого в среднем по населенным пунктам Каракулинского района:								0,001261	

$\overline{ДП} = 2 \text{ л/сут}$, $\overline{МТ} = 70 \text{ кг}$, $a=1$.

Таблица 4

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения, проживающего в исследуемых населенных пунктах на территории Лозюкско-Зуринского и Арланского месторождений нефти, от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, в 2012 году (согласно методике на рис. 2)

Район	Населенный пункт	Загрязняющее вещество				Оценка риска развития неканцерогенных эффектов				
		Международный идентификационный номер	Наименование	ПДК (мг/л)	Класс опасности	RfD (мг/кг × сут)	C (мг/л)	ADD (мг/кг × сут)	HQ	HI
Игринский	Максимовка	–	Нефтепродукты	0,1	4	0,03	0,007	0,0002	0,006667	
		Итого по д. Максимовка:								
	Ключевка	–	Нефтепродукты	0,1	4	0,03	0,01	0,000286	0,009524	
		Итого по д. Ключевка:								
	Тюптиево	–	Нефтепродукты	0,1	4	0,03	0,006	0,000171	0,005714	
		Итого по д. Тюптиево:								
Каракулинский	Кухтино	–	Нефтепродукты	0,1	4	0,03	0,005	0,000143	0,004762	
		Итого по д. Кухтино:								
	Сухарево	–	Нефтепродукты	0,1	4	0,03	0,005	0,000143	0,004762	
		Итого по д. Сухарево:								
Итого в среднем по населенным пунктам Игринского района:										0,007302
Итого в среднем по населенным пунктам Каракулинского района:										0,004762

Таблица 5

Сводные результаты оценки риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения

Населенный пункт	Оценка риска развития неканцерогенных эффектов	
	От загрязнения подземных вод	
	По методике на рис. 1	По методике на рис. 2
	ИНР	HI
д. Максимовка	0,001152	0,006667
д. Ключевка	0,001427	0,009524
д. Тюптиево	0,001032	0,005714
Итого в среднем по населенным пунктам Игринского района:	0,001204	0,007302
д. Кухтино	0,001354	0,004762
д. Сухарево	0,001169	0,004762
Итого в среднем по населенным пунктам Каракулинского района:	0,001261	0,004762

В исследуемых населенных пунктах Каракулинского района основная доля заболеваемости в 2012 г. приходилась на болезни мочеполовой системы (до 33 %), что связано с высоким значением жесткости и минерализации грунтовых вод, обусловленным подтоком глубинных вод на территории Вятской площади Арланского месторождения, находящейся на поздней стадии освоения. Так, фактическая концентрация в подземных водах хлорид-иона доходила до 18 мг/л, сульфат-иона – до 21 мг/л. В свою очередь, в населенных пунктах Игринского района средние уровни заболеваемости болезнями мочеполовой системы были меньше в 2,8 раза и составляли 10,3 % при фактической концентрации в подземных водах хлорид-иона до 10 мг/л, сульфат-иона – 11 мг/л, что соответственно в 1,8 и в 1,9 раза ниже, чем на территории Каракулинского района.

Заключение

В ходе проведения исследования для населенных пунктов, расположенных поблизости от нефтепромысловых объектов, были выявлены основные источники – загрязнители подземных вод, рассчитаны осредненные за год концентрации загрязняющих веществ в подземных водах и уровни заболеваемости населения как общей, так и по отдельным классам болезней. С помощью методик оценки риска проведена количественная оценка вероятности возникновения и развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, в районах нефтедобычи. Проведен анализ изменения структуры заболеваемости населения под воздействием нефтедобычи. Сопоставление полученных результатов с установленными критериями риска показало, что уровни риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения исследуемых населенных пунктов от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, являются допустимыми, но прослеживается зависимость между уровнями загрязнения и структурой заболеваемости населения в виде значительного увеличения доли заболеваемости болезнями эндокринной, пищеварительной и мочеполовой систем как у всех категорий населения, так и у детей до 17 лет в населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости от объектов нефтедобычи. В ходе сравнительного анализа была выявлена зависимость между уровнями риска от загрязнения подземных вод нефтепродуктами, повышенной минерализацией вод и уровнями заболеваемости населения болезнями эндокринной и пищеварительной систем. Что касается болезней мочеполовой системы, то здесь определяющее влияние оказывают прежде всего показатель жесткости подземных вод, а также уровень их минерализации, которые обусловлены 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 (соответственно) нагнетательных линий и нефтепроводов и др.

Таким образом, несмотря на достаточно низкий уровень риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения в сравнении с установленным критерием, на локальном уровне прослеживается определенная зависимость изменения состояния здоровья населения от качества подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения. Поскольку концентрации загрязняющих веществ, поступающих в компоненты окружающей среды при нефтедобыче на исследуемой территории, не превышают гигиенических норм, острые отравления не встречаются. Отклонения в состоянии здоровья связаны в основном с хроническим действием на организм малых концентраций нефтепродуктов и солей, способствующих развитию болезней органов пищеварительной, эндокринной и мочеполовой систем организма.

* * *

1. Чубирко М.И., Мамчик Н.П., Куролап С.А., Клепиков О.В. Оценка риска для здоровья населения, связанного с состоянием окружающей среды. Воронеж: Воронежский университет, 2002. 43 с.
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

Поступила в редакцию 08.12.14

*A.A. Artemyeva***ASSESSMENT OF NON-CANCER EFFECTS RISK TO HUMAN HEALTH ASSOCIATED WITH GROUNDWATER CONTAMINATION IN OIL-PRODUCING REGIONS**

A method for quantitative assessment of risk of non-cancer effects to human health from contamination of groundwater used for drinking is proposed and tested in the context of individual settlements of Udmurtia, located in the immediate vicinity of oil field facilities in areas with intensive oil production. Initial data for the evaluation was the results of monitoring the groundwater contamination on the territory of Lozolyuksko - Zurinskoe and Arlanskoe oil fields held by oil companies, as well as data on the number of reported cases per year and the number of all age categories of the population in settlements with paramedic and obstetric clinics. In the course of the study, for settlements located near oil field facilities we identified the major sources of polluting groundwater and also calculated yearly-averaged concentrations of contaminants in underground waters used for drinking, and the morbidity of the population, both overall and on individual classes of diseases. Using the techniques of risk assessment, the quantitative assessment of the probability of emerging and developing of non-cancer effects on human health from groundwater contamination in oil-producing regions was conducted. The analysis of changes in the structure of morbidity of the population under the influence of oil production was carried out. The comparison of obtained results with established risk criteria showed that the levels of risk of non-cancer effects on the population health from groundwater contamination are acceptable in explored settlements, but there is a strong dependence between the levels of pollution and morbidity of the population in the form of a significant increase in the number of diseases of endocrine, digestive, and urinary systems for all categories of population, and for children up to 17 years.

Keywords: Udmurtia, petroleum, groundwater pollution, morbidity, risk assessment to public health.

Артемьева Алена Александровна,
кандидат географических наук, доцент кафедры
экологии и природопользования

ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 1)
E-mail: ale-arteme@yandex.ru

Artemyeva A.A.,
Candidate of Geography, Associate Professor
at Department of Ecology and nature management
Udmurt State University
Universitetskaya st., 1/1, Izhevsk, Russia, 426034
E-mail: ale-arteme@yandex.ru