

- либденовом комбинате. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2010; (11): 258–61.
- Бардамова И.В. Экологическая оценка качества поверхностных вод района Джидинских месторождений Бурятии. В кн.: *Земельные и водные ресурсы: мониторинг эколого-экономического состояния и модели управления. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Института землеустройства, кадастров и мелиорации*. Улан-Удэ: 2015; 175–9.
 - Зонхоева Э.Л., Санжанова С.С., Дампилова Б.В. Создание искусственных геохимических барьеров на основе природных материалов для очистки сточных вод Джидинского вольфрам-молибденового комбината. *Вестник ВСГУТУ*. 2014; (3): 28–34.
 - Миронов А.Г., Гофман А.М., Ячменева А.А., Малясова З.В. Джидинское молибдено-вольфрамовое месторождение. В кн.: Кренделев Ф.П., ред. *Геохимия радиоактивных элементов и золота Забайкалья*. Новосибирск: Наука; 1979: 70–6.
 - Татьков Г.И., ред. Джидинский рудный район (проблемы состояния окружающей среды). Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН; 2013.
 - Смирнова О.К., Сарапулова А.Е., Цыренова А.А. Особенности нахождения тяжелых металлов в геотехногенных ландшафтах Джидинского вольфрам-молибденового комбината. *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2010; (4): 319–27.
 - Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания. *Анализ риска здоровью*. 2013; (2): 14–26.
 - Май И.В., Клейн С.В., Седусова Э.В. К вопросу о порядке проведения санитарно-эпидемиологического расследования нарушения прав граждан на безопасное питьевое водоснабжение. *Здоровье семьи – 21 век*. 2012; (4): 113–27.
 - Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. *Анализ риска здоровью*. 2013; (1): 4–14.
 - Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.; 2004.
 - Artemova O.S., Yazovtseva A.M. Evaluation of avoided environmental and economic damage in case of the solution of problems in the Dzhida tungsten and molybdenum factory. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*. 2010; (11): 258–61. (in Russian)
 - Bardamova I.V. Environmental assessment of quality of surface waters of Dzhida deposit of district Buryatia. In: *Land and Water Resources: Monitoring of Environmental-Economic Status and the Management Model. Materials of International Scientific-Practical Conference Dedicated to the 10th Anniversary of the Institute of Land Management, Cadastre and Land Reclamation [Zemel'nye i vodnye resursy: monitoring ekologo-ekonomicheskogo sostoyaniya i modeli upravleniya. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 10-letiyu Instituta zemleustroystva, kadastr i melioratsii]*. Ulan-Ude: 2015; 175–9. (in Russian)
 - Zonkhoeva E.L., Sanzhanova S.S., Dampilova B.V. Creation of artificial geochemical barriers on the basis of natural materials for Dzhida tungsten and molybdenum plant sewage treatment. *Vestnik VSGUTU*. 2014; (3): 28–34. (in Russian)
 - Mironov A.G., Gofman A.M., Yachmeneva A.A., Malyasova Z.V. Dzhida molybdenum and tungsten deposit. V kn.: Krendelev F.P., ed. *Geochemistry of radioactive elements and gold of Transbaikalia [Geokhimiya radioaktivnykh elementov i zolota Zabaykal'ya]*. Novosibirsk: Nauka; 1979: 70–6. (in Russian)
 - Tat'kov G.I., red. *Dzhida Ore District (Environmental Issues) [Dzhidinskiy rudnyy rayon (problemy sostoyaniya okruzhayushchey sredy)]*. Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN; 2013. (in Russian)
 - Smirnova O.K., Sarapulova A.E., Tsyrenova A.A. Features of finding heavy metals in geanthropogenic landscapes of Dzhida tungsten and molybdenum plant. *Geoekologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. 2010; (4): 319–27. (in Russian)
 - Zaytseva N.V., May I.V., Kleyn S.V. On the determination and proof of damage to human health due to an unacceptable health risk caused by environmental factors. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (2): 14–26. (in Russian)
 - May I.V., Kleyn S.V., Sedusova E.V. To the question of the procedure of sanitary and epidemiological investigation of the infringement of citizens' rights for safe drinking water supply. *Zdorov'e sem'i – 21 vek*. 2012; (4): 113–27. (in Russian)
 - Onischenko G.G. Health risk assessment and management as an effective tool to solve issues to ensure the health and epidemiological well-being of the Russian Federation population. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (1): 4–14. (in Russian)
 - R 2.1.10.1920–04. Guidelines for assessing health risk in the population exposed to the chemicals polluting the environment. Moscow; 2004. (in Russian)

Поступила 19.09.16
Принята к печати 07.11.16

References

- Ananin V.A. Ways to solve the problem of Dzhida tungsten and molybdenum plant. In: Bakhtin V.I., ed. *Status and Prospects of Development of the Mineral Resource and Mining Complex of the Republic of Buryatia: Conference Materials [Sostoyaniye i perspektivy razvitiya mineral'noy syr'evogo i gornodobyvayushchego kompleksov Respubliki Buryatiya]*.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.72:005]:622.323

Кокоулина А.А., Кошурников Д.Н., Балашов С.Ю., Загороднов С.Ю.

К АКТУАЛИЗАЦИИ САНИТАРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ДОБЫЧИ, ПОДГОТОВКИ И ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь

Представлены результаты обобщения материалов проектирования санитарно-защитных зон объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти. Показано, что в результате совершенствования технологии производства, обновления аппаратного парка и внедрения воздухоохраных мероприятий, направленных на снижение выбросов и рациональное использование попутного нефтяного газа, за последнее десятилетие произошли существенные изменения в части снижения воздействия объектов на атмосферный воздух и здоровье населения. Накопленный опыт проектирования и согласования проектов санитарно-защитных зон объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти свидетельствует о том, что для большинства объектов ориентировочные размеры санитарно-защитных зон, установленные действующими санитарными правилами и нормами, являются избыточными. Разовые и среднесуточные предельно допустимые концентрации, равно как и допустимые уровни канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения, обеспечиваются на расстояниях от границ промышленных площадок существенно меньших, чем установленные санитарной классификацией. Расчетные данные подтверждаются результатами систематических инструментальных исследований. Сделаны рекомендации по внесению изменений в санитарные правила и нормативы. Для ряда объектов предложено сохранить действующую классификацию.

Ключевые слова: нефтьдобыча; нефтеподготовка; санитарная классификация; класс опасности; санитарно-защитная зона.

Для цитирования: Кокоулина А.А., Кошурников Д.Н., Балашов С.Ю., Загороднов С.Ю. К актуализации санитарной классификации объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 20–26. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-20-26>

Kokoulina A.A., Koshurnikov D.N., Balashov S.Yu., Zagorodnov S.Yu.

ON THE UPDATE OF THE SANITARY CLASSIFICATION OF OBJECTS OF OIL PRODUCTION, PREPARATION AND PRIMARY OIL REFINING (FROM THE EXPERIENCE OF DESIGNING OF SANITARY PROTECTIVE AREAS)

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation

There are given results of generalization of designing materials for sanitary protective areas of objects of the oil production, preparation and primary oil refining. It is shown that as a result of manufacturing technology enhancement, renewal of the hardware park and implementation of air-security actions aiming at exhaust fumes reduction and the reasonable use of passing oil gas, considerable changes happened over the last decade as regarding the impact of objects on the atmospheric air and population health. The accumulated expertise of designing and concordance of the projects of sanitary protective areas for the oil production, preparation and primary oil refining objects confirms that for the majority of objects of approximate sizes of sanitary protective areas determined by the actual sanitary norms and regulations are excessive. Single and average daily maximum concentration limits as well as allowed levels of cancerogenic and non-cancerogenic risks for the health of the population are provided at the distances from the borders of construction sites which are considerably less than the ones determined by the sanitary classification. Calculation data is confirmed by results of the systematic instrumental research. There are given guidelines to introduce changes in the sanitary norms and regulations. For a number of objects it is suggested to keep the existing classification.

Key words: oil production; petrorefining; sanitary classification; danger class; sanitary protective area

For citation: Kokoulina A.A., Koshurnikov D.N., Balashov S.Yu., Zagorodnov S.Yu. On the update of the sanitary classification of objects of oil production, preparation and primary oil refining (from the experience of designing of sanitary protective areas). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(1): 20-26. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-20-26>

For correspondence: Anastasiya A. Kokoulina, Researcher of the Laboratory of methods of the assessment the conformity and consumer expertises, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: maks@fcrisk.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 19.09.2016

Accepted: 07.11.2016

Введение

Российская Федерация была и остается одним из мировых лидеров по добыче нефти. Объемы нефтедобычи в 2015 г. достигли 540,7 млн тонн, что составило 12,4% от общемирового показателя [1]. Объекты добычи и первичной переработки нефти расположены в Западной Сибири, на Урале, в Поволжье, на Северном Кавказе и в других регионах страны. Протяженность нефтепроводов составляет порядка 55 тыс. км, нефтепродуктопроводов – 20 тыс. км [2]. Около трети нефти извлекается и транспортируется в густонаселенной европейской части Российской Федерации [3]. Масштабы и распространенность нефтедобычи в Российской Федерации делают крайне актуальными вопросы обеспечения гигиенической безопасности населения, проживающего вблизи производственных объектов отрасли. Одним из эффективных инструментов защиты населения от негативного воздействия источников загрязнения атмосферного воздуха являются санитарно-защитные зоны (СЗЗ) [4–7]. Ограниченный режим использования СЗЗ предусматривает отсутствие в их границах жилой застройки, рекреационных зон и ряда объектов социально-культурной сферы. Однако вывоз земель из полноценного использования влечет за собой экономические потери, которые должны быть минимизированы через установление минимально-достаточных размеров СЗЗ. Обоснованное сокращение размеров СЗЗ является целесообразным и экономически выгодным всем заинтересованным сторонам [8–10].

Последнее в условиях постоянного совершенствования технологий производства и их аппаратного оформления предполагает систематическую верификацию классификации объектов, для которых СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 (новая редакция) «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» предусмотрены СЗЗ.

Технологический процесс добычи и первичной подготовки нефти в общем виде включает в себя подъем нефти из подзем-

ных горизонтов на поверхность; доставку по трубопроводам с месторождения до установок первичной подготовки; обезвоживание и дегазацию нефти; хранение и последующую перекачку нефти потребителю; подготовку подтоварной воды для системы поддержания пластового давления на месторождении.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются установки первичной подготовки нефти (УППН), дожимные насосные станции (ДНС), установки предварительного сброса воды (УПСВ), блочные кустовые насосные станции (БКНС), факельные установки, замерные и сепарационные установки, приустьевые площадки нефтяных и нагнетательных скважин, газозамерные устройства, запорная арматура выкидных и технологических нефтепроводов, нефтеловушки и т.п.

Состав выбросов объектов добычи и первичной переработки нефти довольно стабилен. До 70–80% выбросов составляют летучие органические соединения. Повсеместно в состав выбросов входит сероводород. Общераспространенные примеси (углерода оксид, оксиды азота, диоксид серы, пыли и сажа) выбрасываются технологическими печами и котельными (состав зависит от типа применяемого топлива). Объемы выбросов загрязняющих веществ могут варьироваться от 0,5 до 10 000 и более тонн в год от одного объекта.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 (новая редакция) «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» предусматривают для объектов нефтедобычи организацию СЗЗ с размерами от 50 до 1000 м. Так, нефтеперекачивающие станции (НПС; прием нефти с месторождения и ее дальнейший транспорт на установки первичной подготовки нефти) могут быть объектами 3-го и 4-го классов опасности (размер СЗЗ 300 и 100 м соответственно). Установки первичной подготовки нефти (УППН; подготовка нефти товарного качества, обезвоживание и обессоливание нефтяной эмульсии, откочки товарной нефти в систему магистральных трубопроводов) относятся к 1-му и 3-му классам опасности, предусматривающим размеры СЗЗ 1000 и 300 м соответственно. Нефтегазосборные пункты (НГСП) (1-я ступень сепарации нефти, поступающей от скважин, замер, отпуск нефти в автоцистерны) и установки предварительного сброса воды (УПСВ; сепарация нефтесодержащей жидкости для проведения процесса водоподготовки и

Для корреспонденции: Кокоулина Анастасия Александровна, науч. сотр. лаб. методов оценки соответствия и потребительских экспертиз, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: maks@fcrisk.ru

предварительного сброса пластовой воды) относятся к объектам 2-го класса опасности (размер СЗЗ 500 м). Дожимные насосные станции (ДНС; первая ступень сепарации нефти от газа, подача газа для сжигания на факел и перекачка жидкости по нефтепроводу) могут относиться к объектам 2-го и 3-го классов опасности (размер СЗЗ 500 и 300 м соответственно). К объектам 3-го класса (размер СЗЗ 300 м) относятся эксплуатационные нефтескважины, зачастую сгруппированные в «кусты скважин» – обвалованные площадки, на которых расположены устья нескольких скважин. Нефтевоушки отнесены к 4-му классу (размер СЗЗ 100 м).

Вместе с тем применение в последнее время новых технологий в области крепления скважин (самовосстанавливающихся тампонажных материалов и облегченных расширяющихся цементных растворов) позволило повысить качество цементирования, снизить обводненность нефти и энергопотребление на объектах. Реализация крупных инвестиционных мероприятий позволяет провести модернизацию предприятий с заменой технологий на малоотходные, выполнить строительство газопроводов, газокomppressorных станций. Значительные инвестиции нефтяные компании направляют на замену старых агрегатов, труб и резервуаров, которые могут дать сбой или течь. Совершенствуются технологии и налаживается производство антикоррозионного покрытия трубопроводов. Осваивается применение гибких трубопроводов из армированного пластика с неограниченным сроком эксплуатации и обновляются системы мониторинга [11].

Кроме того, с введением с 2013 г. повышающих коэффициентов платы за сверхнормативный уровень сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) в 2014 г. уровень утилизации ПНГ достиг 85% [12]. Как следствие существенно сократились объемы сжигания газа на факелах и снизились выбросы в атмосферу. Кроме того, внедряются технологии закачки газа в пласт с целью поддержания пластового давления и использования природного нефтяного газа в качестве топлива на котельных, печах, установках предварительного сброса воды и подготовки нефти, линиях воздухоподогрева для автотранспортных средств и т.д. [11, 13].

Сложившаяся ситуация делает актуальной оценку адекватности действующей санитарной классификации объектов добычи и первичной переработки нефти, характеризующей степень опасности промышленных объектов как источников воздействия на состояние атмосферного воздуха и здоровье населения.

Целью исследования явилось обоснование возможности внесения в санитарную классификацию изменений, касающихся ориентировочных размеров санитарно-защитных зон объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти.

Материал и методы

В исследовании обобщены материалы 75 проектов СЗЗ объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти (в том числе высокосернистой), из них 30 проектов окончательных СЗЗ. Рассматривали проекты, разработанные разными организациями (ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ООО «НТК Эко-промбезопасность»). Все проекты прошли санитарно-эпидемиологическую экспертизу и одобрены (утверждены) органами Роспотребнадзора в регионах и/или на федеральном уровне.

Достаточность санитарно-защитных зон оценивали по результатам расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и акустических расчетов, по результатам годичных инструментальных исследований уровня загрязнения атмосферы и уровня шума. В проектах окончательных СЗЗ объектов 1-го и 2-го классов опасности рассматривали результаты оценки риска здоровью населения.

Расчеты рассеивания выполнены с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог», реализующей алгоритм и положения Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Для каждого объекта расчеты рассеивания проведены с учетом возможных наилучших метеоусловий. Максимальные приземные концентрации определены в узлах расчетной сетки, охватывающей расстояние от границ промплощадки, превышающее 40 высот самого высокого источника выбросов загрязняющих веществ, что позволило учесть все возможные максимальные значения концентраций и

исключить их переброс за границы СЗЗ. При расчетах рассеивания учитывали фоновые концентрации загрязняющих веществ.

Расчетное определение шумового воздействия осуществляли в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», СНиП П-12–77 «Нормы проектирования. Защита от шума» и СНиП 23-03–2003 «Защита от шума». Для определения шумового воздействия на границе СЗЗ использовали программный комплекс «Эколог–Шум».

Инструментальные исследования качества атмосферного воздуха реализованы в соответствии с программами наблюдений, согласованными в составе проектов расчетных СЗЗ с учетом требований СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 (новая редакция) «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», рекомендаций Федерального центра Госсанэпиднадзора № ФЦ/5858 от 18.11.03, положений Руководства по контролю загрязнений атмосферы РД 52.04.186–89, а также других нормативно-методических документов по методам химико-аналитического определения содержания загрязняющих веществ и акустических исследований.

Оценка риска выполнена в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920–04.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования позволили оценить наиболее вероятные (средние) и максимальные из встречаемых уровни загрязнения в зонах расположения объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти. В табл. 1 приведены обобщенные сведения по объектам проектирования: диапазоны валовых выбросов загрязняющих веществ; значения максимальных расчетных приземных концентраций некоторых примесей, формирующихся на границах ориентировочных СЗЗ; расстояния формирования концентраций на уровне 1 ПДКм.р. (от границ промплощадок). Приведены данные по максимальным разовым концентрациям, поскольку кратности расчетных среднесуточных концентраций относительно ПДКс.с. были существенно ниже и соблюдение ПДКм.р. являлось лимитирующим фактором при определении размеров СЗЗ.

Как видно из представленных данных, для ДНС максимальные расчетные приземные концентрации на границе санзон формируются по диоксиду серы (0,850 ПДКм.р.) и по саже (0,951 ПДКм.р.). При этом концентрации указанных уровней формируются лишь для 10% объектов. Основные источники, создающие максимальные концентрации, соответственно водогрейная установка и факел сжигания попутного нефтяного газа.

Для НГСП максимальные расчетные приземные концентрации на границе ориентировочных санзон фиксируются на уровне 0,82 ПДКм.р. по диоксиду азота и 0,604 ПДКм.р. по сероводороду. Эти концентрации сформированы факелами сжигания попутного нефтяного газа и обвязкой технологического оборудования. Количество источников выбросов загрязняющих веществ может быть от 2 до 17, валовый выброс при этом находится в диапазоне от 0,534 до 437,278 т в год.

Для УППН с количеством источников выбросов на промплощадке от 19 до 38 и валовыми выбросами от 209,027 до 9418,307 т в год приоритетными загрязнителями атмосферы на границе СЗЗ являются сероводород (0,877 ПДКм.р.) и диоксид азота (0,791 ПДКм.р.). Концентрации на уровне выше 0,8 ПДКм.р. отмечены на СЗЗ 10% УППН. Основные источники, формирующие указанные уровни концентраций: по сероводороду – это обвязка технологического оборудования, по диоксиду азота – трубчатые печи.

Концентрации загрязняющих веществ на границах санзон УПСВ характеризуются более низкими и стабильными уровнями, чем на границах санзон ДНС, НГСП и УППН. Так, максимум на границе санзон УПСВ по сероводороду определен на уровне 0,688 ПДКм.р. при валовых выбросах на объекте порядка 11 тыс. т/год. Основные источники выбросов сероводорода – обвязка технологического оборудования.

На границах СЗЗ НПС зафиксированы максимальные расчетные приземные концентрации сероводорода 0,980 ПДКм.р. При этом диапазон концентраций изменяется от 0,014 до 0,980 ПДКм.р. Высокая концентрация сероводорода отмечена только

Сведения об уровне загрязнения атмосферного воздуха выбросами химических веществ объектов по добычке, подготовке и первичной переработке нефти в границах их санитарно-защитных зон

| Группы объектов | Загрязняющее вещество | Приземные концентрации на границе ориентировочной СЗЗ, доли ПДКм.р. Срр (С min–С max) | Расстояния от промплощадок, на которых формируются расчетные концентрации ПДКм.р. | |
|--|--|---|---|-------------------------|
| Дожимные насосные станции <i>n</i> = 16 количество источников от 3 до 17 масса выброса, т/год, от 1 до 913 | Сероводород | 0,27 (<0,01–0,77) | ≤100 м | |
| | Азота диоксид | 0,14 (<0,01–0,62) | ≤80 м | |
| | Серы диоксид | 0,11 (<0,01–0,85) | В границах промплощадки | |
| | Сажа | 0,22 (<0,01–0,95) | ≤50 м | |
| | Бензол | 0,10 (<0,01–0,47) | ≤80 м | |
| | Углеводороды предельные С1–С5 | <0,01 | В границах промплощадки | |
| | Углерода оксид | 0,20 (<0,01–0,62) | То же | |
| | Толуол | 0,21 (<0,01–0,75) | " " | |
| | Метанол | <0,01 | ≤80 м | |
| | Азота оксид, метан, бутан, пропан, ксилол, бенз(а)пирен | <0,01 | В границах промплощадки | |
| Нефтегазосборные пункты <i>n</i> = 9 количество источников от 2 до 17 масса выброса, т/год, от 0,5 до 440,0 | Сероводород | 0,39 (<0,01–0,60) | ≤300 м | |
| | Азота диоксид | 0,21 (<0,01–0,82) | ≤50 м | |
| | Серы диоксид | <0,01 | ≤100 м | |
| | Углеводороды предельные С1–С5 | <0,01 | ≤100 м | |
| | Сажа | 0,04 (<0,01–0,11) | ≤100 м | |
| | Бензол | <0,01 | ≤120 м | |
| | Углерода оксид | <0,01 | ≤100 м | |
| | Толуол, метан, пропен, ксилол | <0,01 | ≤100 м | |
| | Азота диоксид | 0,44 (<0,01–0,79) | 750 м* | |
| Установки первичной подготовки нефти <i>n</i> = 14 количество источников от 19 до 38 масса выброса, т/год, от 209 до 9,5 тыс. | Сероводород | 0,52 (<0,01–0,88) | 550 м – 800 м** | |
| | Фториды газообразные | <0,01 | ≤300 м | |
| | Серы диоксид | 0,07 (<0,01–0,40) | ≤50 м | |
| | Пропен | <0,01 | ≤200 м | |
| | Бензол | 0,06 (<0,01–0,33) | ≤200 м | |
| | Толуол | <0,01 | ≤450 м | |
| | Фенол | <0,01 | ≤70 м | |
| | Метан | <0,01 | ≤30 м | |
| | Углеводороды предельные С1–С5 | 0,02 (<0,01–0,16) | ≤200 м | |
| | Углеводороды предельные С6–С10 | <0,01 | ≤10 м | |
| | Метанол | <0,01 | ≤80 м | |
| | Ксилол | <0,01 | ≤200 м | |
| | Корунд белый | <0,01 | ≤100 м | |
| | Сажа | 0,03 (<0,01–0,03) | В границах промплощадки | |
| | Марганец и его соединения | <0,01 | ≤300 м | |
| | Железо оксид | <0,01 | ≤100 м | |
| | Углерод оксид | <0,01 | В границах промплощадки | |
| | Установки предварительного сброса воды <i>n</i> = 12 количество источников от 11 до 31 масса выброса, т/год, от 64 до 10,9 тыс. | Ксилол | <0,01 | ≤75 м |
| | | Сероводород | 0,23 (<0,01–0,69) | ≤200 м |
| | | Азота диоксид | 0,05 (<0,01–0,25) | В границах промплощадки |
| Серы диоксид | | <0,01 | То же | |
| Углеводороды предельные С1–С5 | | <0,01 | " " | |
| Сажа | | <0,01 | " " | |
| Бензол | | <0,01 | " " | |
| Углерода оксид | | <0,01 | " " | |
| Толуол | | <0,01 | " " | |

Продолжение таблицы на стр. 24

| Группы объектов | Загрязняющее вещество | Приземные концентрации на границе ориентировочной СЗЗ, доли ПДКм.р. Ср (С min–С max) | Расстояния от промплощадок, на которых формируются расчетные концентрации ПДКм.р. |
|---|--------------------------------|--|---|
| Нефтеперекачивающие станции <i>n</i> = 9 количество источников – от 6 до 10 масса выброса, т/год, от 1300 до 1670 | Сероводород | 0,50 (0,01–0,98) | ≤300 м |
| | Азота диоксид | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Серы диоксид | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Углеводороды предельные С1–С5 | 0,20 (<0,01–0,02) | В границах промплощадки |
| | Сажа | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Бензол | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Углерода оксид | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Толуол | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| Скважины <i>n</i> = 10 количество источников – от 1 до 8 масса выброса, т/год, от 0,16 до 25 | Сероводород | 0,02 (<0,01–0,03) | 1 ПДК не формируется |
| | Азота диоксид | 0,04 (<0,01–0,07) | 1 ПДК не формируется |
| | Серы диоксид | 0,01 (<0,01–0,01) | 1 ПДК не формируется |
| | Углеводороды предельные С1–С5 | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Сажа | 0,01 (<0,01–0,02) | 1 ПДК не формируется |
| | Бензол | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Углерода оксид | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Толуол | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| Нефтеловушки <i>n</i> = 5 количество источников – 1 масса выброса – 18,8 т/год | Сероводород | 0,01 | ≤80 м |
| | Азота диоксид | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Серы диоксид | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Углеводороды предельные С1–С5 | 0,08 | ≤50 м |
| | Сажа | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Бензол, ксилол | 0,07 | 1 ПДК не формируется |
| | Углерода оксид | <0,01 | 1 ПДК не формируется |
| | Толуол | 0,02 | 1 ПДК не формируется |
| | Углеводороды предельные С6–С10 | <0,01 | ≤50 м |

Примечание. * – С выбросами диоксида азота 4 г/с и более от трубчатой печи; ** – с выбросами сероводорода от обвязки технологического оборудования 0,04 г/с и более; от резервуарного парка 0,035 г/с и более; от свечи рассеивания 0,05 г/с и более.

для 1 объекта НПС и обусловлена совокупными выбросами резервуаров и насосной станции. По данным расчетов, выбросы скважин и нефтеловушек не формируют на границах СЗЗ концентрации примесей, превышающие 0,1 ПДКм.р., при том, что валовые выбросы этих объектов могут достигать 25 т в год при количестве источников выбросов до 8.

Обобщение материалов рассмотренных проектов и табл. 1 указывает на то, что максимальные расчетные приземные концентрации на границах ориентировочных СЗЗ объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти с учетом фона составляют в основном 0,4–0,5 ПДКм.р., достигая уровня 0,8–0,9 ПДКм.р. по сероводороду, саже и диоксиду азота в зимний период только для 10% объектов.

В целом для объектов 1-го и 2-го классов опасности расчетные приземные концентрации загрязняющих веществ на уровне 1 ПДКм.р. в большинстве случаев формируются на расстоянии в два-три раза меньше, чем размер ориентировочной санзоны. Для объектов 3-го класса опасности (преимущественно ДНС) в 80% случаев концентрации загрязняющих веществ на уровне 1 ПДКм.р. в рассмотренных расчетных прямоугольниках не формируются или формируются в границах промплощадок. Для остальных объектов расстояния формирования концентраций некоторых веществ на уровне 1 ПДКм.р. составляют 50–80–100 м.

В 100% случаев расчетный уровень шума, создаваемого источниками рассматриваемых групп объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти на границах СЗЗ, находится в пределах установленных допустимых уровней звукового давления и эквивалентных уровней звука для дневного и для ночного времени суток (55 и 45 дБА соответственно).

Проведенные для ряда объектов годовые инструментальные исследования качества атмосферного воздуха на границах СЗЗ

подтвердили достаточность границ предлагаемых к установлению СЗЗ. Из более чем 6000 измерений приоритетных химических примесей, выполненных по программам, согласованным территориальными органами Роспотребнадзора, в 50% случаев концентрации были ниже установленных расчетных концентраций. Ни одного случая превышения гигиенических нормативов (разовых или среднесуточных) не было зарегистрировано. Для 25% объектов 3-го класса опасности на границе СЗЗ концентрации загрязняющих веществ находились ниже порога определения. По результатам годовых измерений уровня шума на границах СЗЗ превышения гигиенических нормативов отсутствовали. В зимний и летний периоды значения не превысили: эквивалентный уровень шума до 52,4 дБА днем и до 42,3 дБА ночью, максимальный уровень шума – до 57,1 дБА днем и до 44,7 дБА ночью.

Результаты оценки риска в составе проектов 1-го и 2-го классов опасности свидетельствуют о допустимых уровнях риска на границах проектируемых СЗЗ. Так, на границе СЗЗ НГСП максимальный уровень индивидуального канцерогенного риска составил $2,14 \cdot 10^{-6}$, для УПСВ – $8,4 \cdot 10^{-6}$ (максимальный допустимый уровень $1 \cdot 10^{-4}$). Компоненты, определяющие уровни канцерогенного риска на границе СЗЗ промышленных объектов, сажа и бензол соответственно. Острый риск характеризуется максимальными значениями коэффициентов опасности НQ: для НГСП НQ = 0,117, для УПСВ НQ = 0,649 (норма – 1). В обоих случаях веществом с максимальным НQ является бензол. Индекс опасности НИ везде меньше 1 (норма ≤1). Хронический риск на границах СЗЗ НГСП обусловлен преимущественно воздействием гексана (НQ = 0,028); на границах СЗЗ УПСВ – серы диоксида (НQ = 0,22) и углеводородов предельных С6–С10 (НQ = 0,290). Индекс опасности НИ во всех случаях меньше 1.

Уровни риска на границах СЗЗ УППН рекомендуемых размеров

| Тип объекта нефтедобычи | Предлагаемый класс по санитарной классификации | Размер предлагаемой СЗЗ | Уровни риска на границе предлагаемой СЗЗ (критерии допустимости R_{ac} , $R_{ch} = 1.0$; $R_{canc} = 1 \cdot 10^{-4}$) | | |
|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|
| | | | Острый риск (R_{ac}) | Хронический риск (R_{ch}) | Канцерогенный риск (R_{canc}) |
| УППН 1 | 2 | 500 | 0,0548 | 0,2867 | $1,42 \cdot 10^{-06}$ |
| УППН 2 | 2 | 500 | 0,1288 | 0,2837 | $2,47 \cdot 10^{-06}$ |
| УППН 3 | 2 | 500 | 0,1316 | 0,057 | $3,55 \cdot 10^{-07}$ |

Полученные результаты позволяют сделать вывод об отсутствии необходимости организации СЗЗ большинства рассмотренных объектов в ориентировочных размерах.

Принимая во внимание данные табл. 1, где показано, что для ряда УППН, являющихся объектами 1-го класса опасности, концентрации примесей (диоксида азота и сероводорода) на уровне 1 ПДКм.р. могут формироваться на расстояниях 550–600–750–800 м от границ промплощадок, были проведены дополнительные расчеты. В результате были установлены источники выбросов и массы выбросов загрязняющих веществ, наличие которых на УППН, а также на других объектах добычи, подготовки и первичной переработки нефти 1-го и 2-го классов опасности не позволяет изменять санитарную классификацию объектов. К этим источникам относятся: обвязка технологического оборудования с выбросами сероводорода на уровне 0,04 г/с и 1,5 т/год и более; резервуарный парк с совокупными выбросами (возможно, от нескольких резервуаров) сероводорода 0,035 г/с и 0,06 т/год и более; свеча рассеивания с выбросами сероводорода 0,05 г/с и 1,3 т/год и более; печь трубчатая ПТБ/ПТ с выбросами диоксида азота 4 г/с и 100 т/год и более.

Приведенные выше уровни выбросов сероводорода и диоксида азота от указанных источников будут формировать превышения допустимых гигиенических нормативов и повышенные уровни риска здоровью населения в случае сокращения размеров санитарно-защитных зон промышленных объектов с 1000 до 500 м, что подтверждается проверочными расчетами максимальных и средних приземных концентраций и уровней риска и соответствует данным табл. 1. При этом для УППН, на которых вышеперечисленные источники отсутствуют или их выбросы меньше приведенных значений, недопустимые уровни концентраций загрязняющих веществ и уровни риска на границах предлагаемых СЗЗ не формируются (табл. 2).

Несомненно, необходимо учитывать территориальные особенности свойств добываемой нефти и растворенного или содержащегося в ней попутного нефтяного газа, что также определяет степень воздействия процессов нефтедобычи на объекты окружающей среды и на здоровье населения. Однако об универсальности полученных результатов говорит то, что на территории Пермского края осуществляется добыча преимущественно сернистой и высокосернистой нефти, которая характеризуется более высокой токсичностью, то есть результаты получены на наихудшей ситуации с точки зрения опасности нефти.

Заключение

Накопленный опыт проектирования и согласования проектов СЗЗ объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти позволяет сделать вывод о том, что для большинства объектов установленные действующим СанПиНом ориентировочные размеры СЗЗ могут являться избыточными. Разовые и среднесуточные ПДК обеспечиваются на расстояниях от границ промышленных площадок существенно меньших, равно как и уровни канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения. Расчетные данные подтверждаются результатами систематических инструментальных исследований. Целесообразным представляется внести следующие изменения в СанПиН 2.2.1.1.1200–03 (новая редакция) «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»: УППН (1-й класс опасности) отнести ко 2-му классу опасности, НГСП (2-й класс опасности) отнести к 3-му классу опасности, УПСВ (2-й класс опасности) отнести к 3-му классу опасности, ДНС (2-й класс опасности) отнести к 3-му классу опасности, ДНС (3-й класс опасности) отнести к 4-му классу опасности.

Рекомендуется сохранить действующую санитарную классификацию для НПС, скважин, нефтеловушек, УППН 3-го класса опасности и объектов 1–2-го классов опасности, на территории которых расположены и действуют следующие источники выбросов загрязняющих веществ:

– обвязка технологического оборудования с выбросами сероводорода на уровне 0,04 г/с и 1,5 т/год и более;

– резервуарный парк с совокупными выбросами (возможно, от нескольких резервуаров) сероводорода 0,035 г/с и 0,06 т/год и более;

– свеча рассеивания с выбросами сероводорода 0,05 г/с и 1,3 т/год и более;

– печь трубчатая ПТБ/ПТ с выбросами диоксида азота 4 г/с и 100 т/год и более.

Рекомендуется сохранить действующую санитарную классификацию для НПС, скважин, нефтеловушек, УППН 3-го класса опасности и объектов 1–2-го классов опасности, на территории которых расположены и действуют следующие источники выбросов загрязняющих веществ:

– обвязка технологического оборудования с выбросами сероводорода на уровне 0,04 г/с и 1,5 т/год и более;

– резервуарный парк с совокупными выбросами (возможно, от нескольких резервуаров) сероводорода 0,035 г/с и 0,06 т/год и более;

– свеча рассеивания с выбросами сероводорода 0,05 г/с и 1,3 т/год и более;

– печь трубчатая ПТБ/ПТ с выбросами диоксида азота 4 г/с и 100 т/год и более.

Приведение санитарной классификации объектов в соответствие с текущим состоянием технологий и аппаратного оформления объектов по добыче и первичной переработке нефти и уровнем реального их воздействия на среду обитания и здоровье населения позволит избежать излишних затрат на проектирование СЗЗ и инструментальный мониторинг при соблюдении требуемого уровня защиты граждан от негативного воздействия производственных объектов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (п.п. 1 см. References)

- Протяженность путей сообщения. Available at: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_13/IssWWW.exe/Stg/d3/17-23.htm
- Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Андрианов А.В. Изучение антропоэкосистем при инженерно-геологической оценке территории. *Фундаментальные исследования*. 2013; (10-14): 3180–3.
- Пинигин М.А., Некрасова Г.И., Юань А.Е., Федотова Л.А. Санитарная классификация предприятий и проблема установления санитарно-защитных зон. *Гигиена и санитария*. 2003; 82(6): 22–3.
- Гильденскиольд Р.С., Винокур И.Л. Гигиенические аспекты корректировки размера санитарно-защитных зон современных предприятий и иных объектов. *Вестник РАМН*. 2005; (3): 12–5.
- Федотова Л.А. *Разработка критериев установления размеров санитарно-защитных зон и классов предприятий на основе гигиенической экспертизы проектных материалов*: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М.: 2007.
- Крупина Н.Н. Барьерный потенциал специальных территорий (на примере санитарно-защитных зон предприятий). *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2016; (4): 172–86.
- Май И.В., Седусова Э.В., Муфтиева М.С. Проблемы правового регулирования организации санитарно-защитных зон на урбанизированных территориях. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. 2013; (2): 33–45.
- Чиркова А.А., Евдошенко В.С., Май И.В. 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): 17–9.
- Шевчук Л.М., Толкачева Н.А., Пшегорода А.Е., Семенов И.П. Гигиеническая оценка влияния на здоровье населения загрязнения атмос-

- ферного воздуха с учетом комбинированного действия химических веществ в зоне расположения предприятия химической промышленности. *Анализ риска здоровью*. 2015; (3): 40–6.
- «Экология». Вести. Экономика. Available at: <http://www.vestifinance.ru/special/rosneft/ekologia>
 - Энергетический бюллетень Аналитического центра при правительстве Российской Федерации. Выпуск № 25, июнь 2015. Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/5573.pdf>
 - Амбарцумян А.К. Нефтедобыча: конкурентоспособность, технологии, кадры. современные факторы конкурентоспособности нефтегазовых компаний – технологии и кадры. *Российское предпринимательство*. 2010; (7-2): 100–5.

References

- Statistical Review of World Energy June 2016. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>
- The length of the railways. Available at: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_13/IssWWW.exe/Stg/d3/17-23.htm (in Russian)
- Pushkareva M.V., Chirkova A.A., Andrianov A.V. The anthropocoeystem study as part of the geotechnical assessment of areas. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013; (10-14): 3180–3. (in Russian)
- Pinigin M.A., Nekrasova G.I., Yuan' A.E., Fedotova L.A. Sanitary classification of enterprises and a problem of determination of sanitary-protective areas. *Gigiena i sanitariya*. 2003; 82(6): 22–3. (in Russian)
- Gil'denskiol'd R.S., Vinokur I.L. Hygienic aspects of size correction of sanitary-hygienic zones of contemporary industrials and other objects. *Vestnik RAMN*. 2005; (3): 12–5. (in Russian)
- Fedotova L.A. *Development of criteria for establishing the sizes of sanitary buffers and classes of enterprises on the basis of sanitary examination of finishing materials*: Diss. Moscow; 2007. (in Russian)
- Krupina N.N. Barrier capabilities of special areas: A case study of sanitary protection zones of enterprises. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*. 2016; (4): 172–86. (in Russian)
- May I.V., Sedusova E.V., Muftieva M.S. Legal regulation problems of the organization of sanitary protection zones in urban areas. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*. 2013; (2): 33–45. (in Russian)
- Chirkova A.A., Evdoshenko V.S., May I.V. Assessment and minimizing risk to public health under influence of chemical environmental pollutants in zone of the oil extraction facilities. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2012; (5): 17–9. (in Russian)
- Shevchuk L.M., Tolkacheva N.A., Pshegroda A.E., Semenov I.P. Hygienic assessment of impact on public health air pollution in view of the combined actions of chemicals in the area of the chemical industry. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (3): 40–6. (in Russian)
- «Ecology». Vesti. Jekonomika. Available at: <http://www.vestifinance.ru/special/rosneft/ekologia> (in Russian)
- Energy Bulletin of the Analytical Center of the Russian Federation government. Issue 25, June 2015. Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/5573.pdf> (in Russian)
- Ambartsumyan A.K. Modern Factors of Competitiveness of Oil and Gas Companies – Technologies and Staff. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo*. 2010; (7-2): 100–5. (in Russian)

Поступила 19.09.16
Принята к печати 07.11.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.72:546.3]:575.224

Долгих О.В.^{1,2,3}, Кривцов А.В.¹, Бубнова О.А.^{1,2}, Отавина Е.А.¹, Безрученко Н.В.^{1,2}, Колегова А.А.², Мазунина А.А.², Гусельников М.А.²

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИММУННОГО СТАТУСА У ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ АЭРОГЕННОЙ ЭКСПОЗИЦИИ МЕТАЛЛАМИ

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;

²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь;

³ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Пермь

Проведен анализ специфических показателей иммунитета генов у детского населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции металлами. Установлено, что расчетный пожизненный канцерогенный риск для обследуемой территории составляет около $1,27 \cdot 10^{-3}$ ($CR \leq 10^{-4}$). Основной вклад в величину суммарного индивидуального канцерогенного риска вносит хром и его соединения, поступающие с атмосферным воздухом (вклад в суммарный канцерогенный риск – 64,5%). Идентифицирована специфическая сенсibilизация по критерию IgG к вольфраму у 34,1% обследованных ($p < 0,05$), к свинцу у 39,2% обследованных ($p < 0,05$), достоверно более высокая относительно аналогичных показателей группы сравнения (в 2 и в 1,8 раза соответственно). Причем шансы повышения IgG к свинцу при увеличении концентрации свинца в крови достоверно возрастают ($R^2 = 0,24$; $p < 0,05$). При анализе цитокиновых маркеров межклеточной иммунной регуляции у обследованных детей установлено достоверное возрастание по сравнению с референсным диапазоном продукции интерлейкина-17 ($p < 0,05$), а также повышение содержания ИЛ-17 и фактора некроза опухоли ($p < 0,05$) относительно показателей группы сравнения в 1,7 и 1,2 раза соответственно. Растет вероятность повышения экспрессии ИЛ-17 при увеличении концентрации марганца, ванадия и хрома в крови ($R^2 = 0,35–0,62$; $p < 0,05$). Результаты оценки иммунологического статуса населения, проживающего в зоне аэрогенной экспозиции металлами (группа наблюдения), позволили идентифицировать комплекс показателей, отвечающий за изменения функциональных параметров иммунной реактивности, связанных с повышением уровня специфической сенсibilизации организма к металлам и медиаторов межклеточной цитокиновой регуляции (IgG к свинцу и вольфраму, ИЛ-17, фактор некроза опухоли). Идентифицированные регуляторные и специфические показатели иммунного статуса рекомендуется использовать в качестве показателей чувствительности детского населения, характеризующих дополнительный риск здоровью при экспозиции, формируемой отходами комбината цветной металлургии.

Ключевые слова: металлы, иммунный статус, специфические иммуноглобулины, цитокины.

Для цитирования: Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А., Отавина Е.А., Безрученко Н.В., Колегова А.А., Мазунина А.А., Гусельников М.А. Анализ показателей иммунного статуса у детей в условиях аэрогенной экспозиции металлами. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 26–29. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-26-29>

Для корреспонденции: Долгих Олег Владимирович, д-р. мед. наук, проф., зав. отд. иммунобиологических методов диагностики, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: oleg@fcrisk.ru