



Красовский В.О., Яхина М.Р.

Организация санитарного надзора гигиены труда на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах (аналитический обзор)

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», 450016, Уфа, Россия

Актуальность. Гигиена труда как прикладная медицинская наука призвана обеспечивать практику санитарного контроля теоретическими обобщениями для рационального проведения и повышения эффективности контрольных (надзорных) мероприятий. Несмотря на научно-технический прогресс с внедрением новых технологий и автоматизацией производства, ужесточения требований промышленной безопасности, охраны труда нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов по-прежнему представляют собой технически сложные, огромные комплексы взрывопожароопасного оборудования с вредным интенсивным нефтехимическим и шумовым воздействием на человека. Среди объектов санитарного надзора в любом регионе предприятия нефтепереработки и нефтехимии представлены разнообразными конгломератами основного, вспомогательного и обеспечивающего производства, требующими особых приёмов в анализе и предупреждения их вредности и опасности не только для работников, но и для населения. Технология нефтепереработки и нефтехимии содержит два аспекта, которые определяют разнообразие производственного оборудования и стабильность работы объекта, а также препятствуют формированию единых и общих гигиенических требований. Первый — в ряде мест используются методы и технологии обработки нефти и газа, содержащие неопределённости в знаниях об используемых физико-химических процессах, их устойчивости, зачастую связанных с влиянием «случайных возмущений». Так, кратковременные изменения наружного микроклимата в «межсезонье (переходные периоды года)» зачастую создают помехи в ведении некоторых технологических процессов. Второй — низкие способности к «унификации» процессов, методов, оборудования, аппаратного оформления переработки нефти и нефтехимии актуализируют не только проблемы управления промышленной безопасностью, но и определяют объёмы нормативных документов, а также санитарно-гигиенические требования к организации производства, к помещениям, установкам и т.д.

Цель. Проанализировать существующие санитарно-гигиенические характеристики и требования к ограничению влияния профессиональных вредностей производственной среды и трудовой деятельности на современных нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях для повышения эффективности ведущей функции Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор РФ) и оказания методической помощи практическим работникам службы.

Заключение. Настоящий обзор литературных источников и санитарно-гигиенических нормативных документов в области нефтепереработки и нефтехимии может послужить базой для разработки новых, более рациональных документов по охране здоровья и предупреждению профессиональных заболеваний работников отрасли, повышению эффективности контрольной (надзорной) функции Роспотребнадзора, решению вопросов охраны труда и промышленной безопасности.

Ключевые слова: обзор; гигиена труда; промышленный санитарный надзор; нефть; переработка нефти; нефтехимия

Для цитирования: Красовский В.О., Яхина М.Р. Организация санитарного надзора гигиены труда на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах (аналитический обзор). *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (3): 246-253. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-246-253>

Для корреспонденции: Красовский Владимир Олегович, доктор мед. наук, гл. науч. сотр. отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450016, Уфа. E-mail: vokras@gmail.com

Яхина Маргарита Радиковна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450016, Уфа. E-mail: zmr3313@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Благодарность. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Красовский В.О. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Яхина М.Р. — сбор и обработка материала, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 02.11.2020 / Принята к печати 10.03.212021 / Опубликована 16.04.2021

Vladimir O. Krasovsky, Margarita R. Yakhina

Management of sanitary supervision of occupational health at oil refineries and petrochemical plants (analytical review)

Ufa research Institute of occupational medicine and human ecology, Ufa, 450016, Russian Federation

Relevance. Occupational health (factory medicine) as applied medical science provides sanitary inspection practice with theoretical generalizations for rational holding and increase in efficiency of control (supervising) actions. Currently, oil processing and petrochemical plants showed scientific and technical progress with the implementation of new technologies and automation of production, toughening of requirements of industrial safety, and labor protection. But this industry still represents technically difficult huge complexes of the fire and explosion hazardous equipment with harmful intensive chemical and noise effects on the environment and in the first turn, on the workers. Among objects of sanitary inspection in any region of the enterprise, oil processing and petrochemistry represent various conglomerates of the main, the auxiliary and providing production of the demanding special receptions in the analysis and preventions of their harm and danger not only to workers, but also to the population.

Aim of the study. To analyze existing hygienic characteristics and requirements to factors of the production environment and work, for the modern enterprises of oil processing and petrochemistry in control (supervising) actions for the increase in efficiency of the leading function of service for managing and supervision in ensuring sanitary and epidemiologic wellbeing of the population of the Russian Federation, consumer protection and rendering the methodical help to practical employees of service.

Conclusions. The most relevant documents are selected and literature sources are listed to optimize the leading function of the Federal Service for Supervision in the Field of Consumer Rights Protection and Human Well-being for control and supervision in the field of ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population of the Russian Federation and consumer rights protection.

Keywords: overview; occupational health; industrial sanitary supervision; oil; oil refining; petrochemicals

For citation: Krasovsky V.O., Yakhina M.R. Management of sanitary supervision of occupational health at oil refineries and petrochemical plants (analytical review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2021; 100 (3): 246-253. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-246-253> (In Russ.)

For correspondence: *Vladimir O. Krasovsky*, MD, Ph.D., DSci., chief researcher of the Department of Occupational Health, Ufa research Institute of occupational health and human ecology, Ufa, 450016, Russian Federation. E-mail: YaSharlevich@espmz.ru
Margarita R. Yakhina, MD, Ph.D., senior researcher of the Department of Occupational Health, Ufa research Institute of occupational health and human ecology, Ufa, 450016, Russian Federation. E-mail: zmr3313@yandex.ru

Information about the authors:

Krasovsky V.O., <https://orcid.org/0000-0003-2185-9167>; Yakhina M.R., <https://orcid.org/0000-0003-2692-372X>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution of the authors: *Krasovsky V.O.* – the concept and design of the study, the collection and processing of the material, writing the text; *Yakhina M.R.* – the collection and processing of the material, editing. *All co-authors* – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: November 2, 2020 / Accepted: March 10, 2021 / Published: April 16, 2021

Актуальность

Актуальность темы обоснована санитарно-гигиеническим значением указанных заводов среди объектов, подлежащих учёту в контрольной (надзорной) деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор РФ), их социальной и экономической роли в государстве. Так, мировая природно-ресурсная база определена (ещё с XIX века) прежде всего нефтью и газом. Предприятия нефтегазоперерабатывающего комплекса обеспечивают четверть налогов всей промышленной продукции страны и половину налоговых поступлений от экспорта [1, 2]. Нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы до настоящего времени представляют определённые угрозы загрязнению окружающей среды, здоровью населения [3, 4] и здоровью своих работников [5, 6]. Разные авторы, занятые изучением, анализом причинности и опасности, статистикой чрезвычайных ситуаций в таких объектах, прогнозируют вероятность взрыва от 25 до 50–55%, выброса до 12–15% в год [7–10].

Особенностью нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий являются трудности с «унификацией производства», определяемые разнообразием технологий, сырья, аппаратного оформления, оборудования. Технологическая аппаратура и оборудование также может значительно отличаться по спецификации – маркам, типам, годам выпуска, назначением и даже принципам управления. Некоторые применяемые методы и технологии обработки нефти и газа содержат неопределённости в знаниях об используемых физико-химических процессах, их неустойчивости, зачастую связанных с влиянием «случайных возмущений». Так, кратковременные изменения наружного микроклимата в «межсезонье (переходные периоды года)» зачастую создают помехи в ведении некоторых технологических процессов. «Унификация» в структуре обсуждаемых заводов по отдельным подразделениям (этапам) не подчиняется каким-либо закономерностям, кроме одной: получаемое сырьё и конечный продукт всегда «унифицированы» требованиям серии стандартов. Низкие способности к «унификации» процессов, методов, оборудования, аппаратного оформления переработки нефти и нефтехимии актуализируют не только проблему синтеза систем управления безопасностью промышленных технологий [7–10] в этой области, но и определяют объёмы нормативных документов, а также санитарно-гигиенические требования к организации производства, к помещениям, установкам.

Цель обзора – проанализировать санитарно-гигиенические характеристики и требования к факторам производственной среды и трудовой деятельности на современных предприятиях нефтепереработки и нефтехимии в контрольных (надзорных) мероприятиях с целью повышения эффективности ведущей функции Роспотребнадзора Российской Федерации в сфере обеспечения благополучия трудоспособного населения страны, защиты прав потребителей и оказания методической помощи практическим работникам службы.

В ходе проверок нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, с точки зрения влияния трудовой деятельности и условий труда на здоровье работников, актуальными вопросами являются:

- санитарные характеристики потенциальной и влияющей вредности технологических процессов, оборудования и обрабатываемых материалов (сырьё, вспомогательные, промежуточные, конечные продукты, отходы производства);
- санитарные характеристики условий труда (метеорологические факторы, загрязнение воздуха аэрозолями, парами и газами, излучения различного характера, шум, вибрация, инфразвук и другие факторы производственной среды и трудовой деятельности);
- состояние и гигиеническая эффективность санитарно-технических, бытовых устройств (вентиляционных, осветительных), средств индивидуальной защиты¹;
- организация трудовой деятельности: режимы труда и отдыха (сменный и вахтовый труд), тяжесть и напряжённость трудовых процессов.

Практика санитарно-эпидемиологического надзора предусматривает планирование и проведение проверок, согласно закону № 294-ФЗ² и методическим документам³ по применению риск-ориентированных моделей [11–13], с оформлением заданий контрольных листов, определением структуры и количества лабораторно-инструментальных исследований для оформления заявок в ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии», а также расследования случаев профессиональных заболеваний, составления санитарно-гигиенических характеристик условий труда больного с подозрением на профессиональное заболевание, организацию производственного контроля соблюдения санитарных требований и другие виды деятельности.

Нефть [5] содержит вещества трёх огромных, по содержанию химических групп: алканов (22–30%), циклоалканов (нафтенов 25–75%) и аренов (15–50%). Нефти подразделяют на малосернистые и многосернистые, последние содержат соединения серы (от сероводорода до меркаптанов) до 10–15%. В нефти разных месторождений доля кислородосодержащих соединений (крезол, ксиленолы) может достигать до 10%. Образующийся при обработке попутный нефтяной газ на 98% состоит из смеси метана, алканов и алкенов. Нефть при переработке способна выделять в воздух рабочей среды разнообразные пары и газы [5, 6]: метан,

¹ Оценка технического состояния и эффективности вентиляционных систем производственных помещений, зданий и сооружений должна выполняться специализированными организациями по заданию работодателя.

² Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 26.12.2008 г. № 294-ФЗ (последняя редакция: ст. 8.1). Российская газета, № 266, 30.12.2008 г.

³ МР 5.1.0116-17 Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: Методические рекомендации. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2017. 31 с.

этан, пропан, бутан, пентан, гексан, октан (алканы), этен, пропен, бутен (алкены), циклопропен, циклобутен (циклоалканы), а также бензол, толуол, ксилол и другие вещества, входящие в группу ароматических углеводородов (арены).

В переработке нефти различают первичные и вторичные технологические процессы [1, 2, 14, 15]: первичные процессы переработки нефти используют только физическое разделение сырья на фракции, без каких-либо химических реакций, и вторичные процессы переработки применяют химические реакции по преобразованию нефти и её полуфабрикатов (термические и каталитические процессы) в требуемые продукты (бензины, мазуты, асфальты).

Процессы, предполагающие разделение нефти на фракции с применением физических методов, предусматривают атмосферную перегонку нефти и вакуумную дистилляцию (АВТ). Перегонка осуществляется в ректификационных колоннах с разделением нефти на лёгкую и тяжёлую бензиновые фракции, керосиновую фракцию, дизельную фракцию и остаток атмосферной перегонки — мазут. Вакуумная очистка предназначена для отгонки из мазута (остатка атмосферной перегонки) фракций, пригодных для переработки в моторные топлива, масла, парафины и церезины и другую продукцию для дальнейшей переработки и нефтехимического синтеза (остающийся после этого тяжёлый остаток называется гудроном и может служить сырьём для получения битумов).

Вторичные процессы переработки нефти обоснованы химической модификацией молекул углеводородов, как правило, с их преобразованием в более удобные для окисления формы (используются химические реакции, зачастую с полиметаллическими и иными катализаторами). По направленности эти процессы можно разделить на 3 вида:

1. Углубляющие процессы: каталитический и термический крекинг, висбрекинг, замедленное коксование, гидрокрекинг, производство битумов.

2. Облагораживающие процессы: риформинг, гидроочистка, изомеризация

3. Прочие: процессы по производству масел, метилтретбутилового эфира, ароматических углеводородов.

Применяются самые разные технологии (методы) — обычный или каталитический риформинг, гидроочистка, гидрокрекинг, коксование, изомеризация, алкилирование, экстракция ароматических соединений [1, 2, 14, 15]. Нефтехимическое производство в отличие от технологий переработки сырья использует преимущественно химические реакции по превращению углеводородов нефти и природного газа в полезные продукты и сырьевые материалы, которые затем могут подвергаться физическим способам обработки (например: литьё различных изделий из гранул полиэтилена).

Нефтехимия работает в основном на трёх видах углеводородного сырья: прямогонный бензин с нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), широкой фракции лёгких углеводородов (ШФЛУ), получаемой с газоперерабатывающих заводов и из попутного нефтяного газа, а также — этана. Важнейшими продуктами нефтехимии являются: этилен, пропилен, бутилены, спирты (высшие жирные спирты), карбоновые кислоты (синтетические жирные кислоты, терефталевые кислоты и их производные), кетоны (ацетон, метилэтилкетон), эфиры, бензолы (толуол, этилбензол, стирол, кумол), галогенпроизводные углеводородов, синтетический каучук, латексы, полиэтилены, резины.

Основная химическая реакция в нефтехимической промышленности — это пиролиз: «сложный высокотемпературный процесс, в котором исходные вещества (прямогонный бензин, лёгкие углеводороды, этан) в разных соотношениях трансформируются в другие виды и классы химических соединений». Актуальными продуктами пиролиза в первую очередь являются олефины (этилен и пропилен), которые обладают способностью к полимеризации. В органическом синтезе, кроме этой реакции, используют процессы гидрогенизации (гидрирование), дегидрогенизации, изомеризации, поликонденсации, олигомеризации [1, 2, 14, 15].

Нефтехимические предприятия подразделяются на две категории:

- малотоннажное производство, которое характеризуется возможностью быстрой смены (не более чем за 2–3 нед) выпускаемого продукта на одной и той же технологической линии, состоящей из приёмного устройства сырья, перерабатывающего реактора и блока получаемого продукта;
- крупнотоннажное производство — это большие комплексы оборудования (цеха), которые невозможно переоборудовать на выпуск нового продукта без значительных затрат на реконструкцию.

Технологические процессы в нефтепереработке и нефтехимии с гигиенических позиций могут быть [14, 15] непрерывные (постоянные), прерывные (дискретные) и смешанные (полудискретные). Для постоянных технологий характерны относительно устойчивое химическое и физическое загрязнение рабочей среды, высокая монотонность трудовой деятельности управляющего персонала и достаточная предсказуемость количества и состава химических загрязнений, производственного шума.

Для дискретных технологий специфичны трудовые операции «загрузки — выгрузки», отличающиеся:

- необходимостью открывания (разгерметизации, разборки) ёмкостей и аппаратов, в которых зачастую протекает химическая реакция, требующая своевременной загрузки каких-то химических веществ;
- непостоянством загрязнений воздуха рабочей зоны — при открытии ёмкостей и аппаратов создаются «трудноуловимые, кратковременные пиковые концентрации» химических веществ и пыли (например, пыль полиметаллических катализаторов);
- выделяемые в помещения вещества при обсуждаемых трудовых операциях в случаях недостаточно эффективной вентиляции могут накапливаться и создавать потенциальные угрозы здоровью работающих, чрезвычайные ситуации — что в свою очередь зависит от ядовитых и иных свойств загрязнений.

Ориентировочно частота таких операций в смену зависит от принятой технологии (от 2–3 до 12–15 операций за смену). Наиболее показательными являются трудовые операции в ходе литья полиэтиленовых гранул или изделий, в производстве стирола, заливки продуктов в железнодорожные цистерны в товарных парках. Для трудовых операций в дискретных технологиях характерны значительные, кратковременные физические нагрузки на управляющего рабочего (больше у аппаратчиков, чем у операторов), которые предполагают перенос и подъём тяжестей (например, крафт-мешки с катализатором весом до 15–20 кг) на 2–5 м, загрузку и выгрузку продукта реакции, полуфабриката. Тяжесть физической нагрузки в таких операциях оценивается категориями Пб–Пш по ГОСТ 12.1.005-88⁴ и вызывает кратковременное увеличение объёмов дыхания работника при динамической работе. В этих технологиях трудноуловимые пиковые загрязнения воздуха рабочей зоны, кратковременные физические нагрузки категории Пб–Пш, увеличивающие объём дыхания и поступления в организм работника химических вредностей, повышают вероятность (риск) более быстрого развития соматических (производственно-обусловленных) и профессиональных заболеваний. Также нельзя исключить и роль кожных поражений (особенно в нагревающем микроклимате) в поглощении и химической трансформации вредных веществ из воздуха и/или с загрязнённых поверхностей средств защиты и т.д. [16, 17].

Постоянные технологические процессы более характерны для переработки нефти, дискретные — для нефтехимических предприятий. Часто наблюдается ситуация, когда в одном и том же объекте (установка, цех) применяют сочета-

⁴ ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с изменениями). Введён: 1989-01-01. М.: Стандартинформ, 2008.

ние двух указанных процессов (пример: цех по производству синтетического каучука). Для общих, ориентировочных оценок вредности того или иного объекта можно использовать признак «ведения химической реакции», который является актуальным не только в определении права на досрочную пенсию. Исходим из того, что загрязнение рабочей среды при использовании «реакций» во много раз опаснее и массивнее, чем при обработке получаемых изделий, фасовки порошков (даже на дозирующем полуавтомате).

Для нефтеперерабатывающих установок характерен вынос почти всех единиц более или менее значимого оборудования (аппараты, колонны, печи), в которых происходят основные технологические процессы, на территорию и укрытие вспомогательного оборудования (например, насосного) в производственных помещениях. Для нефтехимических установок характерно размещение в производственных помещениях большинства единиц технологического оборудования вместе со вспомогательным, поскольку их работа требует зачастую особых внешних температурных условий. Исключение в общем случае составляют печи пиролиза (и аналогичные устройства) — они всегда располагаются на территории.

В обсуждаемых производствах традиционно ведущим техническим документом является «Технологический регламент», который содержит всю информацию о технологии и предприятии. Наиболее значимыми для формирования санитарных и гигиенических оценок условий труда представляются следующие его части (главы, разделы): план территории с размещением цехов, установок, оборудования, технологические схемы производственных процессов, описание этапов и процессов, характеристика используемого сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также разделы «Охрана труда», «Промышленная санитария» и «Природоохранные мероприятия».

Гигиенический анализ технологических регламентов — это процесс, предназначенный для планирования и проведения контрольно-надзорных мероприятий, выбора и обоснования контрольных точек замеров и отбора проб на санитарно-химический анализ, выявления наиболее вредных участков (этапов, стадий) в технологическом процессе, планирования и осуществления производственного санитарного контроля, разработки рабочих гипотез по установлению зависимостей заболеваемости работников от условий труда с поиском ведущих профессиональных вредностей. Практическому специалисту Роспотребнадзора в ходе осуществления надзорных мероприятий («проверок») необходимо учитывать публикации о зависимости заболеваемости работников от условий труда [18–22] в анализе, оценках и управлении профессиональными рисками здоровью и методические аспекты вероятностей реализации неблагоприятных последствий от работы в нефтеперерабатывающем и нефтехимическом предприятии. При расчётах классов рисков предприятия (МР 5.1.0116-17) необходимо учитывать результаты предшествующих лабораторно-инструментальных исследований, принятую статистику нарушений и заболеваемости. Следует отметить, что риск-ориентированные технологии в планировании контрольных (надзорных мероприятий), кроме решения множества вопросов, в том числе и экономических, решает ещё одну задачу: объективизацию порядка очерёдности проведения проверок, что предупреждает возможные спорные ситуации.

В ходе планирования работы следует ознакомиться с «Технологическим регламентом», выбрать из него наиболее существенную информацию, чаще всего включающую:

- гигиенические оценки потенциальных и других ведущих вредностей в действующих и проектируемых технологиях, результаты санитарно-эпидемиологической экспертизы используемого сырья, полуфабрикатов и продукции⁵;

⁵ МУК 2.2.2.1844-04 Санитарно-эпидемиологическая экспертиза продукции нефтепереработки и нефтехимии. Утверждены первым заместителем МЗ РФ 06.03.2004 г. Г.Г. Онищенко. М.: Минздрав России, 2004.

- информацию по санитарно-гигиеническому состоянию нефтеперерабатывающего и нефтехимического предприятия с учётом специфики его вредного воздействия на персонал как по данным литературы [5, 6, 14, 15], так и из документов предыдущих проверок, результатов профессиональных медицинских осмотров лиц, занятых во вредных и/или опасных условиях труда⁶.

Обсуждаемые объекты в силу своих технологий занимают только небольшую часть перечня вредных факторов по ГОСТ 12.0.003-2015⁷, но следует иметь в виду их реальную вредность для работающих.

Химическое и пылевое загрязнение рабочей среды чаще всего характерно для ситуаций с нарушением требований к производственному процессу, в дискретных технологических схемах [14, 15] и при ремонтных работах разной степени сложности. В нефтепереработке его содержание обусловлено составом перерабатываемого сырья. Важнейшей его характеристикой для прогноза возможных выделений вредных веществ является фракционное содержание, которое определяется температурными пределами «выкипания» всей смеси и составляющих её узких фракций [1]. Обстоятельства такого рода определяющие применяемые технологические схемы и процессы перегонки нефти и использования нефтепродуктов, в том числе и в нефтехимическом производстве [1, 2]. Особое место в характеристиках химического фактора принадлежит многосернистой нефти. Эти загрязнения следует считать наиболее вредными для работающих. Кроме того, пары серы являются прямыми причинами коррозии оборудования [1, 2, 5, 6].

Наибольшую дозу вредных веществ работники технологических специальностей⁸ получают чаще всего в помещениях временного пребывания людей (насосных, компрессорных). В помещениях шитовых, операторских, как правило, при эффективно работающей вентиляции концентрации химических загрязнений в воздухе значительно ниже предельно допустимых нормативов. Вследствие атмосферной диффузии на производственных территориях концентрации загрязнений относительно минимальны.

Точки отбора проб воздуха для санитарно-химического анализа должны учитывать производственные маршруты работников. Как правило, в первую очередь отбор проб следует планировать в помещениях операторских и шитовых (постоянные рабочие места), затем в производственных помещениях (насосных, компрессорных, мастерских) и в последнюю очередь — на территории наружных установок (в зависимости от частных задач исследования) с учётом маршрутов специалистов. Планирование санитарно-химического контроля вредных газов и паров нефти, её продуктов и полуфабрикатов должно учитывать гигиеническую значимость каждой примеси, для чего рекомендуется сформировать список приоритетных веществ с учётом следующих обстоятельств. Необходимо принимать во внимание, что из-за пропусков запорной арматуры в помещениях насосных и компрессорных даже при эффективно работающей вентиляционной системе могут существовать фоновые подпороговые концентрации⁹ химических загрязнений (факторы малой интенсивности).

⁶ Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования) и Порядка проведения предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжёлых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (с изменениями на 5 декабря 2014 года). Приказ Минздравсоцразвития России № 302н от 12.04.2011 г.

⁷ ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введён: 2017-03-01. М.: Стандартинформ, 2016.

⁸ Термины (бытов.) «технологи», «технологические работники» — это работники основных подразделений заводов — технологических цехов.

⁹ Термин «подпороговые концентрации» определяет содержание веществ по отношению к нормативу (ПДК, ОБУВ). Не является синонимом понятия «максимальная недействующая концентрация», применяемого в процедурах разработки токсикологических регламентов.

Содержание химических загрязнений на отметках наружного оборудования (насосные, колонны крекинга, ректификации) зависят от способности вещества к диффузии, метеорологических условий (определяющих подвижность воздуха, в частности). При проведении ремонтных и иных работ с нарушением технологических правил и требований охраны труда возможно значительное выделение вредных веществ в воздух (например, разборка насосного оборудования без предварительной продувки газами). Их накопление зависит от условий для диффузии (рассеивание), физико-химических свойств вещества, а также эффективности вытяжки, воздушных потоков.

С гигиенических позиций особую озабоченность представляют ремонтные работы в помещениях с работающим оборудованием как источника химического загрязнения и/или шумления. Например, воздействие повышенных уровней шума в обсуждаемых производствах более всего характерно для ремонтных работ и особенно в помещениях рядом с работающим оборудованием, при размещении постоянных рабочих мест в насосных или компрессорных¹⁰. На наш взгляд, ремонтные работы¹¹, например, в газоперерабатывающих компрессорных [23], когда два компрессора работают в полном режиме, а третий (рядом в том же помещении) — в ремонте, с гигиенических и экономических позиций зачастую оказываются нецелесообразными.

Контроль и измерение неблагоприятного воздействия производственного шума на рабочих местах аппаратчиков и операторов следует проводить согласно ГОСТ ISO 9612-2016¹² и оценивать согласно требованиям действующих документов СанПиН 2.2.4.3359-16, СН 2.2.4/2.1.8.562-96¹³.

Замеры фактора по указанному стандарту должны быть регламентированы с выбором стратегии измерения: по номинальному рабочему дню, по трудовой операции и по трудовой функции. Последняя стратегия отличается от остальных тем, что применяется при относительном постоянстве шумовой обстановки, в которой отсутствует необходимость детального описания и разделения трудовых действий работающих. При этом следует определять группы лиц, на которые действуют «равные акустические уровни, и минимальную суммарную длительность замера». В общем случае преобладают постоянные, широкополосные шумы. Тональные шумы характерны для трубопроводов высокого давления, газифрактурных и других устройств. Импульсные шумы возникают от работы поршневых насосов (дозаторные, мембранные, диафрагмальные) и другого оборудования.

Измерение шумов по шкале дБА (эквивалента непостоянного шума) показано в процедурах общей оценки условий труда по Руководству Р.2.2.2006-05, в производственном контроле с учётом поправок действующего СанПиН 2.2.4.3359-16. Расследование случаев профессиональной тугоухости и её диагностика, рациональность выбора средств индивидуальной защиты слуха требует изучения спектрального содержания шума как диагностического доказательства производственного генеза заболевания.

Вибрационное воздействие на представителей профессий нефтеперерабатывающего и нефтехимического предприятия (СанПиН 2.2.4.3359-16) нельзя считать актуальным, что свя-

зано с применяемыми технологиями. На работников, занятых ремонтом и монтажом оборудования (слесари-ремонтники, слесари по контрольным, измерительным приборам (КИП) и пр.) возможно воздействие локальной вибрации разной интенсивности при выполнении эпизодических работ с ручным инструментом.

*Электромагнитное загрязнение*¹⁴ производственной среды чаще всего обусловлено несоответствием традиционных правил и требований к системам заземления [24, 25] осветительной сети зданий и сооружений «новым нелинейным потребителям» — газоразрядные светильники, оргтехника, компьютеры, автоматизированные системы управления технологическим процессом.

Гигиеническое значение *инфразвукового фактора* для здоровья человека изучено недостаточно и требует новых исследований [26, 27]. Векторно-фазовый метод измерения инфразвука, обоснованный одномоментными замерами уровня звукового давления и колебательной скорости, применяется в гидроакустике. Несмотря на повышенную корректность результатов, метод пока не нашёл применения в отечественных и международных стандартах. Поскольку нет конкретных нормативных документов по процедурам измерений инфразвука, то следует использовать общепринятые приёмы акустических измерений с учётом руководств по эксплуатации измерительного прибора.

Неблагоприятные параметры *производственного микроклимата* при суточной работе на территории наружных установок (обход оборудования, мелкие ремонтные работы, товарные цеха), в помещениях с неэффективно работающей вентиляционной системой (чаще всего в лабораторных комнатах при дисбалансе притока/оттока) или же в неотапливаемых помещениях (склады). Гигиеническую оценку эффективности вентиляционных систем следует осуществлять путём документальной проверки или же с привлечением специализированных организаций, имеющих соответствующую аккредитацию на этот вид работ. Замеры микроклиматических параметров на объектах должны учитывать эффективность работы вентиляции, сезон года, особенности помещений и требования технологического процесса, категории физической тяжести проводимых работ, характерные климатические условия местности, особенности устройства рабочих мест. В нефтепереработке и нефтехимии большинство рабочих мест относятся к категории «постоянных-непостоянных», и микроклиматические параметры в этом случае требуют оценки по действующему стандарту ГОСТ 12.1.005-88. Рабочие позы «сидя-стоя» характерны для работ в помещениях операторских и/или щитовых, компрессорных, насосных, и для оценки микроклимата чаще всего приходится применять нормативы действующих санитарных правил, рассчитанных на соответствующую рабочую позу¹⁵.

Ведущим показателем для гигиенической оценки производственного микроклимата является *температура воздуха* в случаях, если помещения (управления технологическим процессом, административные и бытовые, производственные) не оборудованы системами кондиционирования воздуха. Однако это не исключает требования к параметрам микроклимата с обоснованием проведения необходимых мероприятий. В помещениях операторских и щитовых параметры производственного микроклимата, в соответствии с Руководством Р.2.2.2006-05¹⁶, должны оцениваться согласно оптимальным значениям, — операторский труд.

¹⁴ Форма физического загрязнения рабочей среды, связанная с нарушением её ЭМ-свойств.

¹⁵ СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Утверждены постановлением Госкомсанэпиднадзора России. Введены: 1996-19-31. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.

¹⁶ Руководство Р.2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / Утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г. Введено: 01 ноября 2005 г. Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. Вып. 3 (21), сентябрь 2005 года. М., 2005. 245 с.

¹⁰ ГОСТ 12.4.275-2014 (EN 13819-1:2002) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования. Методы испытаний (Переиздание). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019.

¹¹ ГОСТ EN 13819-2-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Акустические методы испытаний (Переиздание). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019.

¹² ГОСТ ISO 9612-2016 Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах. Введён: 2017-09-01. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2016.

¹³ СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. Утверждены постановлением Госкомсанэпиднадзора России. Введены: 1996-10-31. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.

На нефтеперерабатывающих и нефтехимических объектах *производственное освещение* можно разделить по санитарному значению на три группы: естественное, искусственное (общее, совмещённое, комбинированное) и производственное (аварийное, дежурное). Как правило, зрительные работы в помещениях управления относятся к работам высокой точности (размеры делений на циферблатах контрольных измерительных приборов, дисплеи, письменные работы), которые требуют, чтобы коэффициенты естественной освещённости (КЕО) были не менее 3% при общем освещении и не менее 1,2% при совмещённом или же не менее 300 Лк при общем искусственном освещении¹⁷.

Отсутствие дневного освещения в помещениях (полуподвальные операторские, щитовые) является причиной негативной оценки условий труда¹⁸. Данное обстоятельство требует восполнения недостатка естественного светового потока путём соответствующих санитарно-технических решений. При этом необходимо обратить внимание на возможность «затекания» химических соединений в полуподвальные помещения управления и возможной последующей их химической трансформации под воздействием ультрафиолетовых потоков от ламп, возмещающих недостаток дневного света.

Соблюдение требуемых уровней производственного освещения [5] во многом зависит от загрязнённости световых проёмов, светильников, исправности осветительной сети, нерационального размещения световых точек, неправильного подключения газоразрядных ламп (стробоскопический эффект, повышенный коэффициент пульсации).

Тяжесть труда – характеристика, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную), которые обеспечивают выполнение физической работы. Напряжённость труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника (табл. 17, 18; Руководство Р. 2.2.2006-05).

Физиолого-гигиеническая оценка этих показателей предполагает применение профессиографических (описательных) методов, анализ трудовых обязанностей работника по должностным инструкциям, единым тарифно-квалификационным справочникам, профессиональным стандартам. Опрос (анкетирование) работников о выполняемых ими трудовых операциях и их условиях также позволяет получить достаточно значимую информацию для планирования инструментальных и тестовых психофизиологических и физиологических методик.

Таблицы 17 и 18 Руководства Р. 2.2.2006-05 используют описательный метод трудовой деятельности, предполагающий большую погрешности из-за больших долей субъективности в оценках (подготовка исследователя), волонтерного распределения значений классов, формирующего только качественные оценки трудовой деятельности (с погрешностью до 80–85% [28]). Профессиональные группы технологических работников в нефтепереработке и нефтехимии, для которых оценки тяжести и напряжённости труда являются наиболее актуальными:

- аппаратчики и операторы технологических установок (тяжесть труда специалистов в общей оценке различается по физическим компонентам: физическая нагрузка у аппаратчиков выше, чем у операторов);
- слесари-ремонтники: по тяжести труда следует различать сменных работников, которые выполняют мелкие плановые, текущие ремонты и уход за оборудованием на установках (цехах), слесарей ремонтно-восстановительных бригад (на уровне завода) и слесарей, работающих в специали-

зированных ремонтных организациях (подразделениях), постоянно занятых в капитальном ремонте оборудования;

- слесари по контрольно-измерительным приборам (КИП) – наиболее значимы показатели напряжённости труда: интеллектуальное напряжение, монотонность, ответственность);

- лаборанты химического анализа (эта группа состоит из пробоотборщиков, которые подвергаются воздействию вредных в местах отбора проб, замеров, и лаборантов, занятых непосредственной работой в лабораторных помещениях);

- работники товарных парков и складов (сливщики-наливщики, сцепщики на подъездных железнодорожных путях).

Следует обратить внимание, что составление оценочных (профессиографических) таблиц требует особой подготовки в области психофизиологии труда, а также конкретизации используемых критериев. Пояснения к соответствующим таблицам 16 и 17 в Руководстве Р.2.2.2006-05 не могут удовлетворить практику допускаемой неоднозначностью формулировок критериев. Профессиографические и инструментальные психофизиологические исследования наиболее значимы для решения ряда научных и управленческих задач. Оценка тяжести и напряжённости труда по действующему Руководству Р. 2.2.2006-05 в первую очередь должна проводиться для оценки влияния физической (16 критериев) и нервно-эмоциональной (23 критерия) нагрузки. При этом не надо забывать, что действующий ГОСТ 12.1.005-88 содержит иную классификацию физического труда с указанием конкретных энергозатрат при выполнении соответствующих работ.

Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда – Минтрудом РФ, – разработана и внедрена в практику государственной системы охраны труда [29] «Методика специальной оценки условий труда (СОУТ)»¹⁹ на базе «Руководства Р.2.2.2006-05». При этом допущены изменения (неточности) в оценочных таблицах классов. Так, вместо 23 признаков (критериев) оценки напряжённости труда (табл. 17, Р. 2.2.2005-06) в методике учтено только 6 признаков. Это обстоятельство существенно снижает оценки условий труда операторов, лаборантов, газоспасателей и других рабочих нефтепереработки и нефтехимии, а также медицинских, творческих и иных работников. Поэтому из материалов специальной оценки труда для задач санэпиднадзора могут быть использованы только результаты лабораторно-инструментальных исследований, выполненных компетентной организацией с достаточной надёжностью, валидностью и достоверностью (с обязательной оценкой рациональности и показательности выбора точек отбора проб и замеров).

Трудности по созданию благоприятных условий труда в порядке социальной ответственности бизнеса возникают у работодателя [30] не только из-за недостатка и/или отсутствия необходимого на эти цели финансирования, но и из-за неудовлетворительной целенаправленности и обоснованности мероприятий по управлению рисками в охране и гигиене труда. Поэтому тормозом для всесторонней оптимизации условий труда в российском производстве, не исключая нефтепереработку и нефтехимию, на наш взгляд, являются не только общие финансовые проблемы, но и частные недостатки в обосновании мероприятий по охране и оздоровлению труда [30], в том числе и отсутствие корректных решений²⁰ по количественным оценкам профессиональных (гигиенических) рисков здоровью.

¹⁷ МУК 4.3.2812-10. Инструментальный контроль и оценка освещения рабочих мест. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 12 ноября 2010 г. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.

¹⁸ Свод правил. Естественное и искусственное освещение (Daylighting and artificial lighting). Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. Введены: 2011-05-20. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ № 777/пр. от 07 ноября 2016 г.

¹⁹ Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчёта о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по её заполнению. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н.

²⁰ Реестр регистрации новых научных направлений Российской академии естествознания № 0030 (28.03.2018): 14.02.01-гигиена, Красовский В.О. «Концепция количественного гигиенического анализа профессиональных рисков здоровью работников».

Сейчас организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил «...является составной частью государственного санитарно-эпидемиологического надзора»²¹. Объектами контроля в нефтепереработке и нефтехимии являются здания и сооружения, производственное оборудование, технологические процессы с позиций их потенциальной вредности для здоровья работающих. Мероприятие проводится в плановом порядке, согласно разрабатываемой работодателем «Программы» самостоятельно и/или с привлечением специалистов, имеющих гигиеническое образование и опыт санитарной работы. «Программа (план)» должна быть проверена и согласована территориальными органами Роспотребнадзора. Документ составляется в произвольной форме и должен включать сведения, определённые указанным документом. Для практики надзора за нефтеперерабатывающими и нефтехимическими объектами представляется актуальным показать в документах прямую (логическую) связь между номерами точек отбора проб и замеров на планах (эскизах) помещений и территорий в протоколах (актах) исследований с указанием дислокации постоянных и непостоянных рабочих мест (рабочих поз: сидя, стоя), что обеспечивает качественный и количественный анализ с выявлением причин гигиенического неблагополучия (рисков здоровью).

²¹ СП 1.1.1058-01. Санитарные правила: Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ – первым заместителем министра здравоохранения РФ Г.Г. Онищенко 10.07.2001 г. Дата введения: 2002-01-01 (Срок действия – продлён).

Сроки лабораторно-инструментального контроля устанавливаются предприятием в зависимости от актуальности фактора для здоровья работников с учётом требований действующих нормативных документов. Периодичность контроля химических загрязнений определяется по ГОСТ 12.1.005-88. Общая оценка факторов производственной среды и трудовой деятельности определяется критериями Руководства Р. 2.2.2006-05.

Заключение

В обзоре рассмотрены требования 20 гигиенических нормативных документов по регламентации факторов производственной и трудовой деятельности на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах. Несмотря на коренной пересмотр документов санитарного законодательства в ходе государственной процедуры «Регуляторной гильотины» в 2020–2021 г., статья не потеряла свою актуальность и семантику из-за попытки санитарно-гигиенического обобщения требований к современному нефтеперерабатывающему и нефтехимическому производству. Разнообразие в устройстве и эксплуатации обсуждаемых объектов препятствует формированию для них единых требований, как в области гигиены, так и в промышленной безопасности, что определено присутствием им способностями к «унификации» и устойчивости технологических процессов».

В сложившейся ситуации обзор может послужить базой для разработки новых, более рациональных документов по охране здоровья и предупреждению профессиональных заболеваний работников отрасли и повышению эффективности контрольной (надзорной) функции Роспотребнадзора.

Литература

- Магарил Р.З. *Теоретические основы химических процессов переработки нефти*. М.: КДУ; 2010.
- Потехин В.М., Потехин В.В. *Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки*. СПб.: Химиздат; 2007.
- Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахматуллин Н.Р. Оценка риска для здоровья населения, проживающего на территориях с развитой нефтехимией и нефтепереработкой. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; (5): 6–8.
- Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. Оценка воздействия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на эколого-гигиеническое состояние объектов окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы). *Медицина труда и экология человека*. 2018; (4): 12–26.
- Карамова Л.М., ред. *Нефть и здоровье*. Уфа; 1993.
- Лазарев Н.В., Левина Э.Н., ред. *Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров, врачей*. Ленинград: Химия; 1997.
- Краснов А.В., Садькова З.Х., Пережогин Д.Ю., Мухин И.А. Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2007–2016 гг. *Нефтегазовое дело*. 2017; (6): 179–91.
- Тляшева Р.Р., Кузеев И.Р. Принципы обеспечения безопасной эксплуатации объектов предприятий нефтепереработки. *Нефтегазовое дело*. 2005; (3): 29–35.
- Мойсеенко В.И. Структурный синтез управления безопасностью как системная парадигма. В кн.: *Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта №6*. Донецк; 2006.
- Пустовит А.Е., Козлов В.И. Охрана труда: системный подход к решению проблем безопасности производства. *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. 2013; (2): 37–43.
- Евтушенко Е.В., Закирова А.Р. Применение риск-ориентированного метода для определения объёма работ капитального ремонта на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. *Вестник науки и образования*. 2018; (6).
- Данбай Ш.А., Алсеитов О.Б., Тлепбергенов М.Ж., Костюков А.В. Риск-ориентированное управление надёжностью на основе цифровых технологий и систем искусственного интеллекта Компакс. *Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт*. 2018; (12): 3–11.
- Царева Г.Р., Игнатьева Т.В., Шпак Н.А. Применение риск-ориентированного подхода при организации государственного контроля (надзора) на примере Роспотребнадзора Республики Марий Эл. *Век качества*. 2019; (2): 19–30.
- Плановский А.И., Николаев П.И. *Процессы и аппараты нефтехимической технологии*. М.: Химия; 1987.
- Коршак В.В., ред. *Технология пластических масс*. М.: Химия; 1985.
- Красовский В.О. Производственно-обусловленные заболевания и эволюция болезней, связанных с работой. *Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология»*. 2008; (8): 51–3.
- Красовский В.О., Аскарлов А.Ф., Зулкарнаев Т.Р. К вопросу развития утомления у работающих в контакте с изоцианатами. В кн.: Аскарлов Я.Н., ред. *Вопросы гигиены в условиях ускорения научно-технического прогресса*. Уфа; 1988: 37–8.
- Валеева Э.Т., Гайнуллина М.К., Каримова Л.К., Якупова А.Х. Современные подходы к оценке состояния условий труда и здоровья лаборантов нефтехимических производств. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2007; 2(2): 15–8.
- Рудин М.Г., Смирнов Г.Ф. *Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов*. Ленинград: Химия; 1984.
- Чеботарев П.А., Харлашова Н.В. Факторы производственной среды и трудовой деятельности работников производства топлив и растворителей на нефтеперерабатывающем предприятии. *Гигиена и санитария*. 2012; 91(5): 56–9.
- Захарова Р.Р., Калимуллина Ж.Н., Романова В.С. Условия труда и состояние здоровья работников нефтеперерабатывающих предприятий. *Медицина труда и экология человека*. 2015; (4): 120–2.
- Лешкова И.В., Воробьёва А.А. Лабораторные критерии риска развития производственно-обусловленных сердечно-сосудистых заболеваний у работников нефтеперерабатывающих. *Медицина труда и экология человека*. 2018; (2): 38–41.
- Красовский В.О., Максимов Г.Г. *Санитарно-гигиеническая характеристика условий труда: Учебное пособие*. Уфа; 2010.
- Карташев И.И. *Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения*. М.; 2000.
- Максимов Г.Г., Красовский В.О., Овсянникова Л.Б. *Электромагнитный смог. Учебное пособие*. Уфа; 2014.
- Гордиенко В.А., Гончаренко В.И. Особенности метрологического обеспечения измерения уровней инфразвука. *Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия*. 1998; (4): 66–71.
- Куралесин Н.А., Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. Инфразвук: действие на организм и гигиеническая регламентация. *Вестник Российской академии наук*. 1997; (7): 39–46.
- Красовский В.О. Краткий математический анализ существующих критериев оценки условий труда. В кн.: *Валеологические вопросы взаимодействия соматосенсорных и вегетативных функций в процессе трудовой деятельности: Сборник научных трудов*. Тверь; 1999: 34–41.
- Малаян К.Р., Милохов В.В., Минько В.М., Русак О.Н., Фаустов С.А., Цаплин В.В. и соавт. Специальная оценка условий труда: критический анализ. *Безопасность жизнедеятельности*. 2014; (12): 3–17.
- Хрупачев А.Г., Хадарцев А.А., ред. *Профессиональный риск. Теория и практика расчёта*. Тула; 2011.

References

- Magaril R.Z. *Theoretical Bases of Chemical Processes of Oil refining [Teoreticheskie osnovy khimicheskikh protsessov pererabotki nefiti]*. Moscow: KDU; 2010. (in Russian)
- Potekhin V.M., Potekhin V.V. *Fundamentals of the Theory of Chemical Processes of Organic Substances and Oil Refining Technology [Osnovy teorii khimicheskikh protsessov tekhnologii organicheskikh veshchestv i neftepererabotki]*. St. Petersburg: Khimizdat; 2007. (in Russian)
- Valeev T.K., Suleymanov R.A., Rakhmatullin N.R. Estimation of risk for health of the population living in territories with developed petrochemistry and oil refining. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2014; (5): 6–8. (in Russian)
- Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R. Evaluation of oil refining and petrochemical industry impact on environmental and hygienic state of environmental objects and population health (literature review). *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2018; (4): 12–26. (in Russian)
- Karamova L.M., ed. *Oil and Health [Nefi' i zdorov'e]*. Ufa; 1993. (in Russian)
- Lazarev N.V., Levina E.N., eds. *Harmful Substances in Industry. Handbook for Chemists, Engineers and Doctors [Vrednye veshchestva v promyshlennosti. Spravochnik dlya khimikov, inzhenerov, vrachey]*. Leningrad: Khimiya; 1997. (in Russian)
- Krasnov A.V., Sadykova Z.Kh., Perezhogin D.Yu., Mukhin I.A. Statistics of emergency accidents in the refining and petrochemical industry for the 2007–2016 years. *Neftegazovoe delo*. 2017; (6): 179–91. (in Russian)
- Tlyasheva R.R., Kuzeev I.R. Principles of ensuring safe operation of oil refining facilities. *Neftegazovoe delo*. 2005; (3): 29–35. (in Russian)
- Moyseenko V.I. Structural synthesis of security management as a system paradigm. In: *Collection of Scientific Papers of the Donetsk Institute of Railway Transport No. 6 [Sbornik nauchnykh trudov Donetskogo instituta zheleznodorozhnogo transporta №6]*. Donetsk; 2006. (in Russian)
- Pustovit A.E., Kozlov V.I. Labour protection: system approach to enterprise safety problems decision. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugol'noy promyshlennosti*. 2013; (2): 37–43. (in Russian)
- Evtushenko E.V., Zakirova A.R. Application risk-oriented method for scoping of works of capital repairs at the enterprises of the oil-processing and petrochemical industry. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2018; (6). (in Russian)
- Danbay Sh.A., Alseitov O.B., Tlepbergenov M.Zh., Kostyukov A.V. Risk-focused management of reliability based on digital technologies and artificial intelligence systems Compax®. *Neftepererabotka i neftekhimiya. Nauchno-tehnicheskies dostizheniya i peredovoy opyt*. 2018; (12): 3–11. (in Russian)
- Tsareva G.R., Ignat'eva T.V., Shpak N.A. Application of risk-oriented approach to the organization of public control (supervision) on the example of Rospotrebnadzor of the Republic of Mari El. *Vek kachestva*. 2019; (2): 19–30. (in Russian)
- Planovskiy A.I., Nikolaev P.I. *Processes and Devices of Petrochemical Technology [Protssy i apparaty neftekhimicheskoy tekhnologii]*. Moscow: Khimiya; 1987.
- Korshak V.V., ed. *Technology of Plastic Masses [Tekhnologiya plasticheskikh mass]*. Moscow: Khimiya; 1985. (in Russian)
- Krasovskiy V.O. Production-related diseases and the evolution of work-related diseases. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Biologiya i ekologiya»*. 2008; (8): 51–3. (in Russian)
- Krasovskiy V.O., Askarov A.F., Zul'karnaev T.R. on the development of fatigue in workers in contact with isocyanates. In: Askarov Yu.N., ed. *Hygiene Issues in the Context of Accelerating Scientific and Technological Progress [Voprosy gigieny v usloviyakh uskoreniya nauchno-tehnicheskogo progressa]*. Ufa; 1988: 37–8. (in Russian)
- Valeeva E.T., Gaynullina M.K., Karimova L.K., Yakupova A.Kh. Current approaches to the assessment of working conditions and health of the petrochemical laboratory staff. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana*. 2007; 2(2): 15–8. (in Russian)
- Rudin M.G., Smirnov G.F. Design of Oil Refineries and Petrochemical Plants [Proektirovanie neftepererabatyvayushchikh i nefekhi-micheskikh zavodov]. Leningrad: Khimiya; 1984. (in Russian)
- Chebotaev P.A., Kharlashova N.V. Factors of work environment and employment of workers in production of fuels and solvents at the oil refinery. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2012; 91(5): 56–9. (in Russian)
- Zakharova R.R., Kalimullina Zh.N., Romanova V.S. Working conditions and health status of oil refining workers. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2015; (4): 120–2. (in Russian)
- Leshkova I.V., Vorob'eva A.A. Laboratory criteria of risk of development of production due to cardiovascular diseases in workers of oil refineries. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2018; (2): 38–41. (in Russian)
- Krasovskiy V.O., Maksimov G.G. *Sanitary and Hygienic Characteristics of Working Conditions: Textbook [Sanitarno-gigienicheskaya kharakteristika usloviy truda: Uchebnoe posobie]*. Ufa; 2010. (in Russian)
- Kartashev I.I. *Quality of Electric Power in Power Supply Systems. Ways of Its Control and Provision [Kachestvo elektroenergii v sistemakh elektroabzheniya. Sposoby ego kontrolya i obespecheniya]*. Moscow; 2000. (in Russian)
- Maksimov G.G., Krasovskiy V.O., Ovsyannikova L.B. *Electromagnetic Smog: Training Manual [Elektromagnitnyy smog. Uchebnoe posobie]*. Ufa; 2014. (in Russian)
- Gordienko V.A., Goncharenko V.I. Features of metrological support for measuring infrasound levels. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3. Fizika. Astronomiya*. 1998; (4): 66–71. (in Russian)
- Kuralesin N.A., Izmerov N.F., Suvorov G.A. Infrasound: action on the body and hygienic regulation. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. 1997; (7): 39–46. (in Russian)
- Krasovskiy V.O. Brief mathematical analysis of existing criteria for assessing working conditions. In: *Valeological Issues of Interaction of Somatosensory and Vegetative Functions in the Process of Labor Activity: Collection of Scientific Papers [Valeologicheskie voprosy vzaimodeystviya somatosensornykh i vegetativnykh funktsiy v protsesse trudovoy deyatel'nosti: Sbornik nauchnykh trudov]*. Tver'; 1999: 34–41. (in Russian)
- Malayan K.R., Milokhov V.V., Min'ko V.M., Rusak O.N., Faustov S.A., Tsaplin V.V. Critical analysis of law for special appraisal of condition of labor. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2014; (12): 3–17. (in Russian)
- Khrupachev A.G., Khadartsev A.A., eds. *Occupational Risk. Theory and Practice of Calculation [Professional'nyy risk. Teoriya i praktika rascheta]*. Tula; 2011. (in Russian)