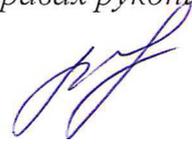


На правах рукописи



ГРУНСКОЙ ТАРАС ВАЛЕРЬЕВИЧ

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАБОТНИКОВ НЕФТЯНЫХ
ШАХТ**

Специальность 05.26.01 – «Охрана труда»
(горная промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Кемерово – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ухтинский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО УГТУ).

Научный руководитель: **Фомин Анатолий Иосифович**, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» (АО «НЦ ВостНИИ»).

Официальные оппоненты: **Шевченко Леонид Андреевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой аэрологии, охраны труда и природы ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева».

Черный Константин Анатольевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».

Защита диссертации состоится «01» ноября 2019 г. в 14:00 на заседании диссертационного совета Д 520.063.02 при АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» по адресу: 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте АО «НЦ ВостНИИ»: <http://www.nc-vostnii.ru/napravleniya-deyatelnosti/nauchno-obrazovatel'naya-deyatelnost/soiskateli.php>

Автореферат разослан «29» августа 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 520.063.02



Д.В. Ботвенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Персонал, работающий на объектах по добыче полезных ископаемых, подвергает свое здоровье профессиональному риску. Большинство рабочих мест нередко соответствует 3-ему классу условий труда (вредные) – степени 3.1–3.4, которые влекут стабильно высокий уровень профессиональной заболеваемости. Одним из направлений профилактики профзаболеваемости работников, занятых во вредных условиях труда, является раннее выявление профпатологии. В добывающей нефтешахтной отрасли за период с 2000 по 2016 год зарегистрировано 170 случаев профзаболеваний у 122 работников при среднесписочной численности подземного персонала 1 917 человек.

Отдельные и зачастую эффективные методы оценки профриска, используемые в одной добывающей отрасли производства, не учитывают уникальных особенностей, сочетаний условий труда и производственных процессов в другой.

Невозможно объективно оценить профриск для здоровья работников из-за отсутствия комплексного подхода и без учета результатов предварительных и периодических медицинских осмотров в системе управления охраной труда. В настоящее время количественная оценка индивидуального профессионального риска остается одной из самых актуальных задач охраны труда, в этой связи необходимо применение новых подходов к оценке риска развития профзаболеваний персонала, занятого добычей полезных ископаемых.

Предлагаемая комплексная оценка риска с учетом донозологической диагностики отражает отклонения в состоянии здоровья, которые могут трансформироваться в профессиональные заболевания, что является результатом воздействия производственной среды на организм работников. Полученные критерии профриска могут использоваться как механизм управления в системе охраны труда по защите здоровья работников от профессиональных заболеваний.

В диссертационной работе приведены результаты исследования в рамках тематического плана НИР ФГБОУ ВО УГТУ «Повышение безопасности добычи нефти шахтным способом».

Вышеизложенное послужило основанием для постановки цели и задач данного исследования.

Цель работы состоит в комплексной оценке риска развития профессиональных заболеваний работников нефтяных шахт с выявлением динамики формирования на ранних этапах профпатологии с занесением персонала в группы риска для сохранения здоровья.

Идея работы заключается в донозологической диагностике с последующей оценкой риска развития профессиональных заболеваний для раннего выявления и контроля

производственно-обусловленных отклонений с ранжированием критериев профриска как механизма сохранения здоровья в системе управления охраной труда.

Объектом данного исследования является гигиеническая оценка профессиональных рисков подземного персонала Ярегских нефтешахт.

Предметом исследований явились: показатели профзаболеваемости, условия труда, изменения в состоянии здоровья подземного персонала, задействованного в процессе термошахтной добычи нефти.

Задачи исследования:

1. Выполнить на основании статистического анализа случаев профзаболеваний и аналитического обзора условий труда вероятностную оценку профриска и определить удельный вклад вредных производственных факторов в формирование профпатологии у работников, занятых добычей нефти термошахтным способом.

2. Провести по результатам профосмотров донозологическую диагностику отклонений и выявить степень производственной обусловленности нарушений в состоянии здоровья работников нефтешахт.

3. Установить стажевый критерий по результатам комплексной оценки профриска и разработать алгоритм в системе управления охраной труда с ранжированием результатов для контроля формирования профессиональных заболеваний и принятия соответствующих мер по сохранению здоровья.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Вероятностная оценка получения профессиональных заболеваний на основании статистических данных показала высокий риск для подземного персонала $0,8476 \pm 0,09$ % со значительным вкладом в формирование профпатологии комплекса вредных производственных факторов – шума, локальной вибрации и тяжести труда.

2. Проведенные исследования донозологических отклонений в состоянии здоровья работников нефтешахт по результатам профосмотров выявили очень высокую степень производственной обусловленности на систему опорно-двигательного аппарата и на систему органов слуха с этиологической долей 71,2–82,1 % и 55,9–64,2 %, соответственно.

3. Комплексная оценка риска возникновения профзаболеваний позволяет определить стаж до 3-4-х лет, который будет находиться в пределах приемлемого риска $1 \cdot 10^{-3}$, и ранжировать результаты в разработанном алгоритме профриска для механизма по сохранению здоровья в системе управления охраной труда нефтешахт.

Научная новизна работы заключается в:

- установлении комплексного вклада вредных производственных факторов в формирование профессиональных заболеваний и выделении приоритетных ВПФ, таких как

шум, локальная вибрация и тяжесть труда, которые несут высокий профриск для подземного персонала нефтешахт;

– проведении донозологической диагностики состояния здоровья работников нефтешахт на основании сформированной базы данных результатов профосмотров и определении зависимости производственно-обусловленных нарушений и развития профессиональных заболеваний в зависимости от стажа работы во вредных условиях термощахтной добычи нефти;

– обосновании стажевого критерия на основе разработанного алгоритма комплексной оценки риска получения и развития профессиональных заболеваний работников нефтешахт с ранжированием полученных результатов формирования профпатологии как механизма управления системой охраны труда по сохранению здоровья персонала.

Методы исследования. Диссертационная работа выполнена на основе систематизации и анализа собранной информации, донозологической диагностики состояния здоровья работников, комплексной оценки профриска, теории вероятностей и математической статистики, математического моделирования развития профессиональных заболеваний.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в работе, подтверждаются результатами сопоставления профриска с расчетами по методикам вероятностной оценки и высокими коэффициентами корреляции (0,861) между уровнями ВПФ и риска развития профессиональных заболеваний 0,0084, а также удовлетворительной сходимостью с данными корпоративной оценки ($p < 0,05$).

Практическая значимость работы заключается в разработке алгоритма комплексной оценки риска развития и получения профессиональных заболеваний в зависимости от стажа работы во вредных условиях труда и прогнозировании формирования профпатологии с проведением профилактических мероприятий по сохранению здоровья.

Реализация результатов работы. Материалы исследований рекомендованы к внедрению отделом охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» НШПП «Яреганефть» на основании решения технического совета. Материалы диссертации внедрены в учебный процесс магистратуры по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность», дисциплина в рабочем плане профессионального цикла по выбору студента М.2.3.2.в2 «Техносферная безопасность нефтедобычи шахтным способом».

Апробация работы. Основные результаты обсуждались и получили одобрение на научно-практических конференциях и конкурсах: «Международной молодежной научной конференции «Севергеоэкотех» (г. Ухта), II Международной научно-практической конференции «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (г. Санкт-Петербург), VIII Всероссийской научно-технической конференции

«Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» (г. Москва), конференции молодых ученых и специалистов группы компаний «ЛУКОЙЛ-Коми» (г. Усинск), XII Международной научной конференции «Инновации в технологиях и образовании» (г. Белово), XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая» (г. Кемерово). Отдельные результаты исследований обсуждались на научных семинарах кафедры «Промышленной безопасности и охраны окружающей среды» ФГБОУ ВО УГТУ.

Личный вклад автора состоит в разработке алгоритма управления профессиональными рисками в системе охраны труда, каталога показателей значимости вредных производственных факторов на рабочих местах, создании базы данных донологической диагностики персонала Ярегских нефтешахт.

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 13 статьях, в том числе в 6 изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, библиографического списка из 120 наименований, содержит 166 страниц основного текста, включая 37 рисунков и 31 таблицу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлена актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены научная новизна и защищаемые положения.

В первой главе диссертационной работы представлен литературный обзор научных источников, обоснована проблематика охраны труда при термошахтном способе добычи нефти.

Влияние условий труда на здоровье работающих при наземной добыче нефти и подземной добыче угля изучены достаточно детально в трудах таких ученых: З.Ф. Колупаева, Г.И. Коршунова, Ю.С. Перевозинова, А.Ф. Павлова, В.А. Портолы, Б.К. Прусенко, О.Н. Русак, А.И. Фомина, Л.А. Шевченко, К.А. Черного и др. О нефтешахтной добыче имеются сведения в научных трудах следующих авторов – Е.В. Нор, М.Л. Рудакова, И.С. Степанова, Н.Д. Цхадая, но их исследования проведены не так детально, как для угольной шахтной и наземной нефтедобывающей отраслей.

Вторая глава диссертационной работы посвящена проведению аналитического обзора (статистических данных случаев профзаболеваний с вероятностной оценкой профриска и условий труда) и определению удельного вклада ВПФ в развитие профпатологии при термошахтной добыче нефти.

В третьей главе проведена донозологическая диагностика состояния здоровья работников нефтешахт и выявлены производственно-обусловленные нарушения с развитием профессиональных заболеваний.

В четвертой главе определен стажевый критерий допустимого риска и разработан алгоритм комплексной оценки развития и получения профессиональных заболеваний с ранжированием показателей для системы управления охраной труда.

Заключение содержит основные выводы и результаты исследования в соответствии с поставленными задачами.

Основные результаты исследования отражены в следующих защищаемых положениях:

1. Вероятностная оценка получения профессиональных заболеваний на основании статистических данных показала высокий риск для поземного персонала $0,8476 \pm 0,09$ % со значительным вкладом в формирование профпатологии комплекса вредных производственных факторов шума, локальной вибрации и тяжести труда.

На первом этапе научных исследований проведен аналитический обзор по актам профзаболеваний Республиканского центра профпатологии Республики Коми (РК) за отчетный период с 2000 по 2016 год, который показал, что структура хронических профессиональных заболеваний для добывающей шахтной угольной и нефтяной промышленности имеет разную этиологию профпатологий, связанную с преобладанием ВПФ. В подземной добыче угля преобладают следующие факторы: АПДФ – 37 %, виброакустические – 35 %, физические перегрузки – 25 %, химический фактор – 3 %; в наземной добыче нефти физическая перегрузка – 82 %, виброакустические – 11 %, АПДФ – 6 %, химический фактор – 1 %; при термошахтной нефтедобыче: физические перегрузки – 59 % и 41 % – виброакустические.

Уникальная шахтная разработка нефтяной залежи Ярегского месторождения осуществляется путем строительства горных выработок непосредственно в нефтяном пласте с глубиной ствола шахты – 172 метра и уклонов, где располагаются добычные галереи на глубине 200 метров. Особенностью нефтешахт является снижение вязкости и повышение подвижности нефти за счет разогрева пласта с помощью закачки теплоносителя.

В соответствии с требованиями п.39 ПБ при РНМШС «В горных выработках, из которых производится закачка теплоносителя в пласт, допускается температура воздуха 36°C », максимальная температура в горных выработках нефтешахт без присутствия людей составляет 49°C , фактическое значение $22,08^{\circ}\text{C}$. Вредные вещества, воздействующие на подземный персонал, следующие: углеводороды алифатические предельные C1-10 – 317 мг/м^3 , оксид углерода – 10 мг/м^3 , метан – 50 мг/м^3 , сероводород – 3 мг/м^3 .

Используемая термошахтная технология добычи тяжёлой нефти сформировала особые условия труда, которые определяют структуру ВПФ и ОПФ и несут риск получения профзаболеваний, не сравнимый с угольной шахтной промышленностью и поверхностной добычей нефти. Поэтому уникальность термошахтного способа не позволяет провести аналогии со схожими отраслями промышленности.

За период с 2000 по 2016 год в нефтешахтной отрасли зарегистрировано 122 работника со 170 случаями профессиональных заболеваний. Основная доля профзаболеваний нефтешахт приходится на проходчиков – 60 случаев (49 %), крепильщиков – 39 случаев (32 %), дорожно-путевых рабочих – 8 случаев (7 %), операторов ДНГ – 6 случаев (5 %), машинистов буровой установки – 4 случая (4 %), горных мастеров – 4 случая (3 %), ГРП – 1 случай (1 %). Персонал работает с использованием виброгенерирующего инструмента – 75,6 %, а это и тяжёлый физический труд – 61,2 %, и шум – 84,7 % (рис. 1).

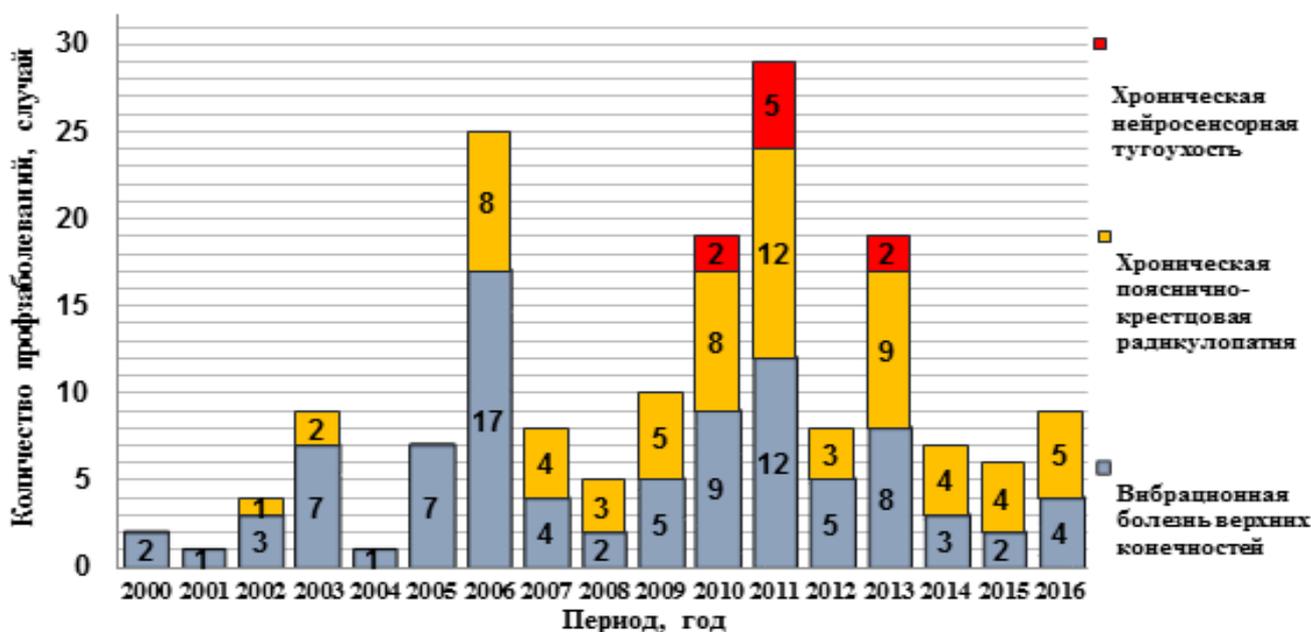


Рисунок 1 – Динамика количества профзаболеваний с 2000 по 2016 год при термошахтной добыче нефти

Анализ структуры профессиональных заболеваний показал, что кроме основного заболевания (вибрационная болезнь) устанавливаются сопутствующие заболевания – радикулопатия и тугоухость, в результате чего у работников диагностируется по два, а порой, и по три профзаболевания, отмечается рост количества лиц с двумя диагнозами впервые установленных профессиональных заболеваний (41 человек) (рис. 2).

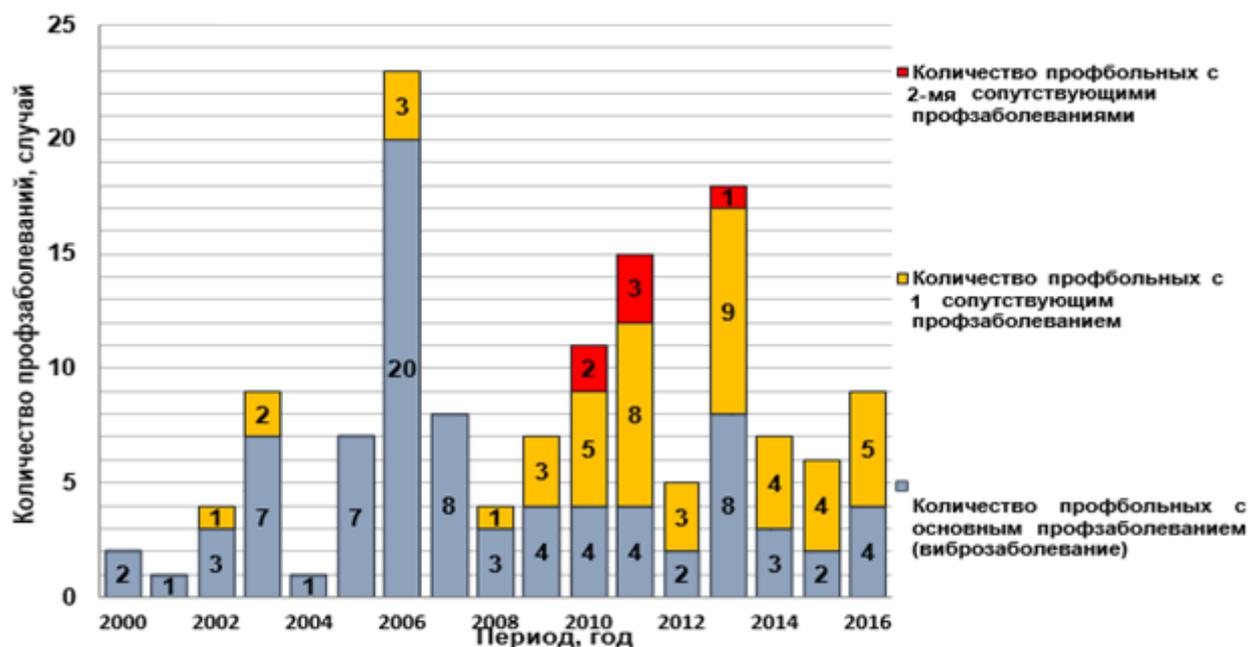


Рисунок 2 – Динамика количества случаев профзаболеваний с сопутствующим заболеванием с 2000 по 2016 год при термошахтной добыче нефти

Проведенный обзор демонстрирует, что уровень профессиональной заболеваемости остается стабильно высоким, если принять во внимание, что среднесписочная численность всего предприятия составляет 2 526 человек, из которых 1 917 – задействованы в самих нефтешахтах и отнесены к подземному персоналу.

Анализ профпатологий у крепильщиков и проходчиков в условиях воздействия вредных производственных факторов показал, что профзаболевания могут появиться уже при стаже работы 5 лет (3 человека).

В диссертационной работе под риском получения профзаболевания работником конкретной профессии понимается вероятность заболевания (число заболеваний по отношению к общему количеству подземного персонала участка). Риск негативного эффекта рассчитывается по следующей формуле:

$$R = P \cdot Q, \quad (1)$$

где P – вероятность развития заболевания; Q – тяжесть профзаболевания.

Результаты вероятностной оценки риска получения профзаболеваний подземным персоналом при термошахтной добыче нефти приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты вероятностной оценки риска получения профессиональных заболеваний на основе статистического анализа случаев профзаболеваний у подземного персонала при термошахтной добыче нефти

№ п/п	Профессия	Риск получения ПЗ работников	Средний стаж получения ПЗ	Уд. коэф. получения ПЗ	КУТ согласно СОУТ
1	2	3	4	5	6
1	Проходчик	0,0041299	7,5	2,7 %	3.3
2	МГВМ	0,0027344	13,41	1,7 %	3.3
3	Крепильщик	0,0031731	8,82	2,5 %	3.3
4	ГРП	0,0005212	31,7	0,5 %	3.1
5	Машинист БУ	0,0025873	15,4	1,3 %	3.3
6	Оператор по ДНГ	0,0021381	19,8	1,1	3.3
7	ДПР	0,0019132	23,7	0,7	3.1
8	Горный мастер	0,0010918	28,1	0,5	3.1
9	Взрывник	0,0019038	23,4	0,7	3.1

Проведенная вероятностная оценка риска не учитывает фактические изменения в состоянии здоровья персонала, а только фиксирует сам факт получения профзаболевания. Необходимо использование комплексной оценки профриска, которая бы охватывала условия труда, профзаболеваемость и отклонения в состоянии здоровья работников, как ответ систем организма человека на сочетанное воздействие ВПФ на рабочих местах нефтешахты. Стандартное отклонение в расчетах – 6,8, признак считают статистическим; количество случаев профзаболеваний, требуемое для обеспечения статистической погрешности 10 %, выполняется.

Результаты расчетов обобщенного уровня безопасности, обобщенного уровня риска и годового профессионального риска группируются в табл. 2 с разбивкой по рабочим местам подземного персонала.

Таблица 2 – Сводная таблица безопасности и риска получения профессионального заболевания подземным персоналом Ярегских нефтешахт

№ п/п	Наименование рабочего места	Обобщенный показатель безопасности	Обобщенный уровень риска	Максимально допустимый ур. обобщ. риска	Отклонение фактического уровня профриска от максимально допустимого, %
1	2	3	4	5	6
1	Проходчик	0,0316	0,9684	0,82	18,04
2	МГВМ	0,0423	0,9577	0,82	16,83
3	Крепильщик	0,0318	0,9684	0,82	18,05
4	ГРП	0,2640	0,7360	0,67	9,85
5	Машинист БУ	0,0391	0,9609	0,82	15,93
6	Оператор ДНГ	0,0510	0,9490	0,82	15,73
7	ДПТ	0,2640	0,7360	0,67	9,85
8	Слесарь	0,1820	0,8180	0,73	4,87
9	Машинист ЭШ	0,2190	0,8310	0,73	4,41
10	Горный мастер	0,1760	0,8240	0,73	4,99
11	Взрывник	0,2740	0,8810	0,73	5,11
12	Стволовой	0,2190	0,8310	0,73	4,41

Вероятностная оценка получения профессионального заболевания показала высокий риск получения профзаболевания для всех профессий исследуемой группы подземного персонала

Ярегских нефтешахт, среднее значение риска для подземного персонала составляет $0,8476 \pm 0,09$ %.

Сформированный Перечень значимых показателей ВПФ, воздействующих на подземный персонал нефтешахт, показал, что виброакустические факторы присутствуют на 48,45 % рабочих мест, повышенный уровень шума на 40,88 %, тяжесть труда на 21,46 %, химический фактор – 11,51 %, микроклимат (влажность и температура) – 9,35 %, запыленность – 9,23 %.

Проведена интегральная балльная оценка удельной тяжести негативных факторов производственных процессов с распределением суммарной удельной тяжести рабочей среды по профессиям подземного персонала (рис. 3).

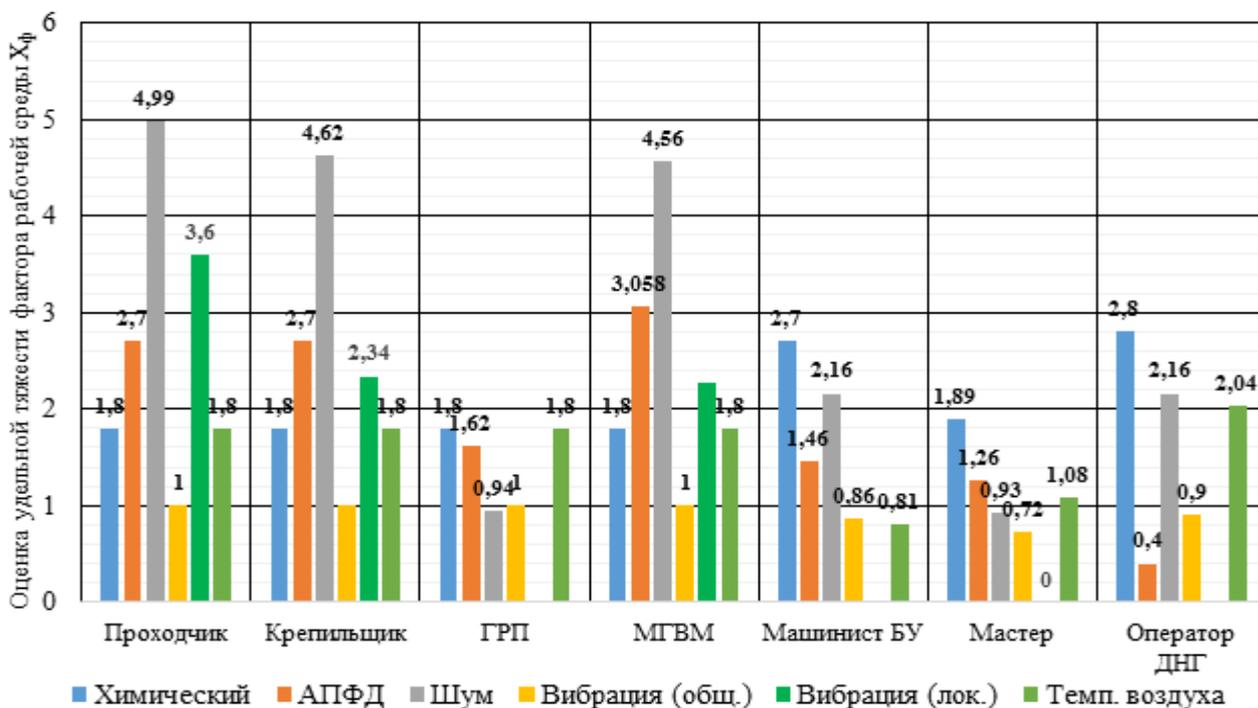


Рисунок 3 – Оценка удельного вклада вредных факторов рабочей среды по профессиям подземного персонала в развитие профессионального заболевания

Анализ распределения оценки удельного вклада вредных факторов рабочей среды по профессиям подземного персонала показал, что значительный вклад в развитие профессиональных заболеваний вносят: шум с удельным значением ($3,4524 \pm 1,23$), локальная вибрация ($2,6463 \pm 0,59$) и тяжесть труда ($1,9348 \pm 1,10$). Используемые методы определения профессионального риска при термошахтном способе добычи нефти основываются на ретроспективных данных о воздействии вредных производственных факторов на организм работающих и сводятся к определению вероятности получения профессионального заболевания без учета фактических изменений в состоянии здоровья.

2. Проведенные исследования донологических отклонений в состоянии здоровья работников нефтешахт по результатам профосмотров выявили очень высокую степень производственной обусловленности на систему опорно-двигательного аппарата и на

систему органов слуха с этиологической долей 71,2-82,1 % и 55,9-64,2 % соответственно.

Для проведения донозологической диагностики по результатам первичных и периодических профосмотров сформированы группы работников: подземных участков нефтешахт с классом условий труда «вредные», степени 3.1–3.3; наземного административно-управленческого персонала (АУП) с классом условий труда – «допустимый» (2 класс). В основную группу исследования отобран персонал из 150 мужчин, средний возраст которых $41,94 \pm 9,68$ года, средний стаж работы – $11,23 \pm 1,52$ лет. Вспомогательная группа сформирована из 180 мужчин, средний возраст – $42,34 \pm 11,36$ года, средний стаж работы – $13,20 \pm 9,18$ лет. Эталонная группа – 30 мужчин аппарата управления (АУП), средний возраст – $44,23 \pm 12,61$ года, средний стаж работы – $14,32 \pm 10,19$ лет. Статистически достоверных различий по факту воздействия внешней среды в отобранных группах установлено не было.

Исследования донозологических отклонений в состоянии здоровья работников нефтешахт в зависимости от условий труда и стажа работы проводились на основании математической модели «условия труда – состояние здоровья – развитие профзаболевания». Для построения модели использовали значения маркеров условий труда, стажа и соответствующих вероятностей.

В процессе построения моделей помимо проверок статистических гипотез проводили экспертизу полученных зависимостей для оценки их биологической адекватности. Статистическая модель выражается формулой (2):

$$y = \frac{1}{1 + e^{-(a+b \cdot x_1 \cdot x_2)}} , \quad (2)$$

где x_1 – уровень производственного фактора, x_2 – стаж работы в условиях воздействия фактора (лет), a – коэффициент, характеризующий уровень отклонений показателей в популяции без воздействия фактора, b – коэффициент, характеризующий зависимости уровня отклонений показателей в популяции от уровня экспозиции и времени воздействия (стажа) производственного фактора.

Корреляционное отношение составляет (0,861), что указывает на сильную связь между уровнями производственных факторов и отклонениями в состоянии здоровья.

Построение зависимости между отношением отклонений в состоянии здоровья и вредными производственными факторами проводили с использованием метода переменного критерия воздействия, согласно которому каждая точка из области значений фактора последовательно выбирается в качестве критерия. После расчета строилась экспоненциальная модель вида:

$$OR = e^{a_0 + a_1 x} , \quad (3)$$

где x – переменная, характеризующая вредный производственный фактор; a_0 и a_1 – параметры модели, которые находятся методом наименьших квадратов.

По результатам моделирования OR вычисляли критическое значение фактора, при котором не наблюдается значимых ответов со стороны здоровья из условия $OR = 1$. Для оценки доверительных границ и проверки адекватности моделей использовали критерии Стьюдента и Фишера.

Донозологическая диагностика показала, что факторы риска развития заболеваний и их осложнений присутствуют почти у 77,4 % обследованных, а у 30 % имеются первичные признаки хотя бы одного заболевания. В группе риска тугоухости находится персонал на участке проходки и добычи нефти, средний стаж работы для подземных рабочих следующий: начальная степень нарушения слуха – 5,5±2,1 года; умеренная – 8,9±2,3; легкая – 12,4±5,8; выраженная – 16,4±9,1 года. Средний стаж работы для подземного персонала без нарушения слуха составляет 4,3±1,2 года, а стажевый диапазон наиболее вероятной регистрации заболевания – от 10 до 28 лет. При стаже работы менее 3-х лет изменение порога вибрационной чувствительности не отмечалось, при стаже от 5-ти до 7-ми – процент превышения составил 55,2 %, при стаже 7–10 лет – 76,8 %, а при стаже более 10 лет – до 100 %. Результаты исследований подтверждают вероятностный риск получения профзаболевания при среднем стаже 6,4±2,9 года. Первичные изменения вибрационной чувствительности отмечаются у 37,9 % обследованных при стаже 3 года, а у 87,4 % обследованных при стаже 5 лет. Доля признаков воздействия вибрации на верхние конечности составляет около 82,9 %, предварительных диагнозов – 17,1 %.

Развитие заболевания пылевой этиологии встречается у 12,9 % подземного персонала, занятого проходкой и расширением горных выработок, со стажем более 15 лет, и классифицируется как медленно прогрессирующая форма пневмокониоза. Часто пневмокониозы на ранних стадиях протекают без нарушения функции внешнего дыхания. Результаты: у 56% подземного персонала показатели в норме; у 24 % – легкие нарушения диффузионной способности легких ($DLCO_{80} \pm 5\%$); у 20 % – диффузионная способность умеренно снижена ($DLCO_{60} \pm 5\%$).

Среднее систолическое артериальное давление (САД) – 136,4±11,3 мм.рт.ст., среднее диастолическое давление (ДАД) – 87,1±7,8 мм.рт.ст., среднее пульсовое артериальное давление (АД) – 76,7±4,1 мм.рт.ст. Группа сравнения АУП представлена работниками, не подвергавшимися воздействию вредных производственных факторов: среднее САД –

140,2±5,1 мм.рт.ст., среднее диастолическое ДАД – 96,2±4,2 мм.рт.ст., среднее пульсовое АД – 64±4,5 мм.рт.ст.; достоверность различий между группами – 34 %.

Повышенное артериальное давление обнаружено у 52,0 % добычной подгруппы и горняков 2-й группы, у 56,3 % проходческой подгруппы, у 22 % вспомогательного персонала и только 3 % – у группы сравнения.

Среднее значение числа сердечных сокращение (ЧСС) составило 79±7,4 уд./мин, нормальная частота сердечного ритма отмечалась у 56,9 % всего подземного персонала, синусовая брадикардия – у 15,0 %, синусовая аритмия – у 10,2 %, синусовая тахикардия – у 5,5 %, эктопический нижний предсердный ритм – у 9,5 %. АД, превышающее значение 140/90 мм.рт.ст., было у 39,8 % – для САД и 46,5 % – для ДАД. У 68 человек из всей подземной группы показания АД превышали норму на 42 %, что считается особенно неблагоприятным, и данный персонал должен быть выделен в группу риска по сердечно-сосудистым заболеваниям.

Выявленные отклонения общего и биохимического анализов крови свидетельствуют о том, что с увеличением стажа возрастает содержание холестерина: до 5 лет – 8 %, 5–10 лет – 11,3 % и более 10 лет – 25 %. Показатели в основной группе – 5,87 ± 0,18 ммоль/л, вспомогательной – 5,24±0,8, в группе сравнения – 4,96±0,13, норма/патология – 3,88/8,02, отмечается превышение уровня в сравнении со вспомогательным персоналом на 11 % и на 26 % – с группой АУП, что отнесено к группе среднего риска по развитию сердечно-сосудистых патологий. Достоверные различия получены по показателю «общий холестерин» между группами персонала нефтешахт ($p < 0,05$).

На основании полученных зависимостей по системам организма и видам профзаболеваний в зависимости от стажа работы построен график значений относительного риска, представленный на рис. 4.

Значение относительного риска зависимости производственно-обусловленных нарушений и профессиональных заболеваний от стажа работы подземного персонала во вредных условиях труда нефтешахт выражены следующими уравнениями регрессии: вибрационная болезнь – $y = 0,00006 \cdot e^{0,1117x}$; нейросенсорная потеря слуха – $y = 0,000006 \cdot e^{0,1712x}$; сердечно-сосудистые заболевания – $y = 0,000004 \cdot e^{0,1776x}$; пневмокоииозы – $y = 0,000006 \cdot e^{0,1649x}$; опорно-двигательного аппарата – $y = 0,00004 \cdot e^{0,1223x}$; нарушения в системе органов дыхания – $y = 0,000005 \cdot e^{0,1813x}$; нарушения в сердечно-сосудистой системе – $y = 0,000006 \cdot e^{0,1671x}$; нарушения органов слуха – $y = 0,000006 \cdot e^{0,1723x}$.

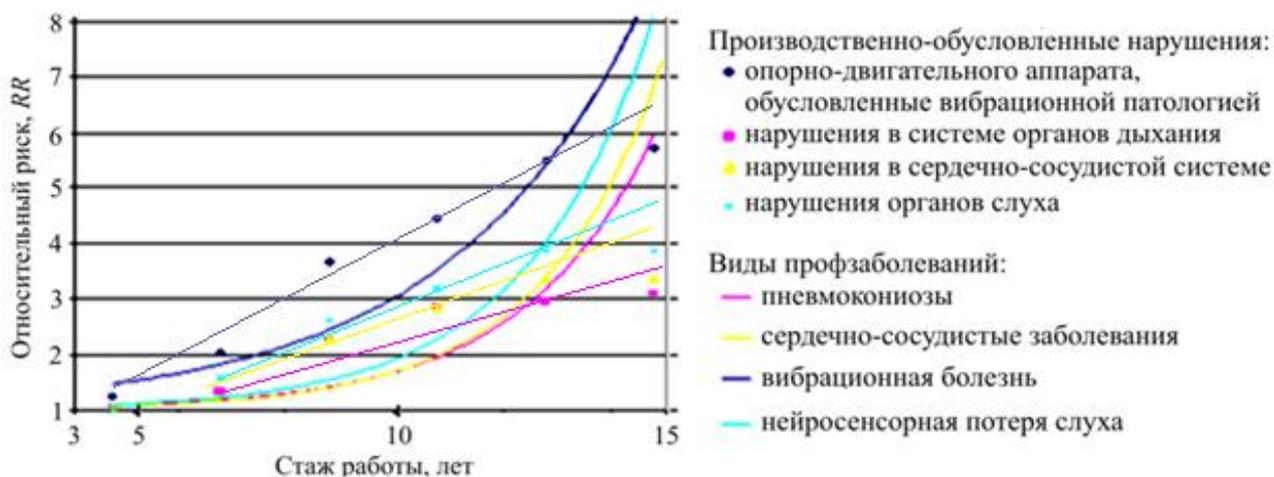


Рисунок 4 – Зависимость производственно-обусловленных нарушений и профзаболеваний от стажа работы подземного персонала во вредных условиях труда Ярегских нефтешахт

Корреляционное отношение для пневмокониозов – 0,79; сердечно-сосудистых заболеваний – 0,71; вибрационной болезни – 0,87; нейросенсорной потери слуха – 0,85. Общая оценка результатов демонстрирует очень высокую степень производственной обусловленности влияния на систему опорно-двигательного аппарата вибрационных заболеваний, доля 71,2–82,1 % для основной группы подземного персонала, а также на систему органов слуха исследуемой группы, что тоже указывает на сильную взаимосвязь с условиями труда и «высокую» степень производственной обусловленности с этиологической долей 55,9–64,2 %. Отклонения в сердечно-сосудистой системе имеют «среднюю» степень производственной обусловленности с этиологической долей 34,2–47,5 %. Отклонения в системе органов дыхания имеют этиологическую долю 32,7–45,4 % и отнесены к «средней» степени производственной обусловленности (табл. 3).

3. Комплексная оценка риска возникновения профзаболеваний позволяет определить стаж до 3-4-х лет, который будет находиться в пределах приемлемого риска $1 \cdot 10^{-3}$, и ранжировать результаты в алгоритме профриска как механизма сохранения здоровья в системе управления охраной труда.

Величина относительного риска заболевания по конкретному признаку вычисляется по формуле (4):

$$RR = \frac{a \cdot f}{c \cdot e}, \quad (4)$$

где a – заболевшие из экспонированной группы (чел.); f – количество человек в контрольной группе; c – заболевшие из контрольной группы (чел.); e – количество человек в экспонированной группе.

Этиологическая доля (EF) – показатель, характеризующий вклад вредных факторов в развитие патологии, рассчитывается по формуле (5):

$$EF = \frac{(RR-1)}{(RR)} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где RR – относительный риск.

95%-й доверительный интервал (CI) означает, что наличие связи заболевания с фактором риска считается достоверно установленным в случае, если нижняя граница доверительного интервала больше единицы.

Расчет доверительного интервала (ДИ) для относительного риска производится по формуле

$$95\%ДИ = \exp[\ln RR \pm 1,96\sigma(\ln RR)], \quad (6)$$

где σ – стандартное отклонение; RR – относительный риск.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (7)$$

где x – каждое наблюдаемое значение признака; \bar{x} – среднее арифметическое; n – количество наблюдений.

Величина риска для здоровья с учетом развития негативных донозологических признаков рассчитывается по формуле

$$R_i'' = P_i^1 \cdot P_i^2 \cdot G, \quad (8)$$

где P_i^1 – вероятность развития профзаболевания; P_i^2 – вероятность развития профзаболевания с негативными признаками формирования болезни; G – тяжесть нарушения здоровья.

Зависимость показателей риска от стажа работы с наибольшей точностью описывается формулой экспоненциальной функции вида (9):

$$R = ae^{bx_2}, \quad (9)$$

где R – показатель риска получения профессионального заболевания; x_2 – стаж работы, x и y – коэффициенты уравнения регрессии.

Корреляционное отношение рассчитывается по формуле (10):

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_y^2 - \sigma_{y_x}^2}{\sigma_y^2}}, \quad (10)$$

где σ_{yx} – среднее квадратическое отклонение от теоретических значений y_x ; σ_y – среднее квадратическое отклонение эмпирических (фактических) значений y .

Полученные результаты оценки состояния здоровья по данным профосмотров групп персонала позволяют прогнозировать риски получения и развития заболеваний в зависимости не только от стажа работы, но и от профессий подземного персонала (рис. 5).

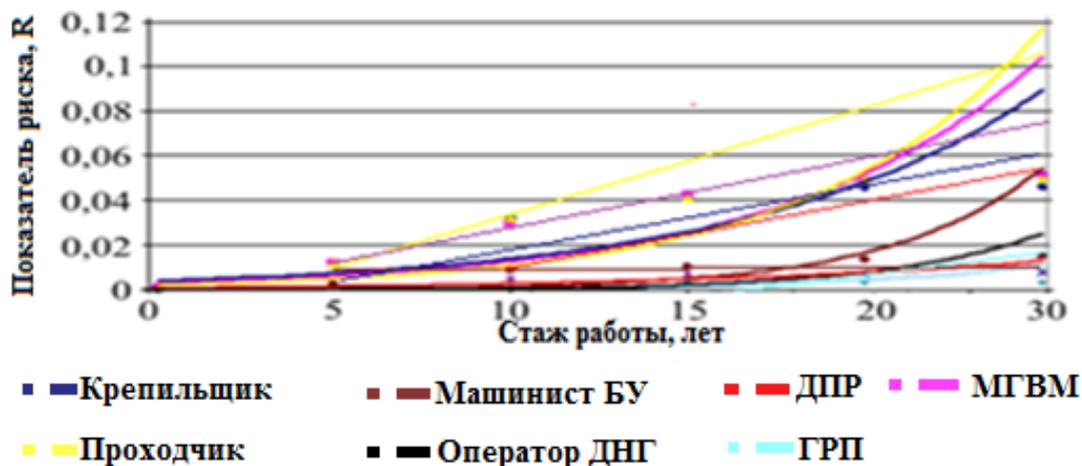


Рисунок 5 – Распределение показателей риска профзаболеваний в зависимости от стажа работы подземного персонала Ярегских нефтешахт

Показатели риска профзаболеваний в зависимости от стажа работы подземного персонала представлены следующими уравнениями регрессии: проходчик – $y = 0,0003 \cdot e^{0,5716x}$; крепильщик – $y = 0,00009 \cdot e^{0,1231x}$; МГВМ – $y = 0,0006 \cdot e^{0,1382x}$; машинист БУ – $y = 0,000009 \cdot e^{0,2363x}$; оператор ДНГ – $y = 0,00001 \cdot e^{0,1873x}$; ДПР – $y = 0,000009 \cdot e^{0,2363x}$; ГРП – $y = 0,00001 \cdot e^{0,1817x}$.

Корреляционное отношение по профессиям: крепильщик – 0,85; проходчик – 0,86; МГВМ – 0,83; машинист БУ – 0,79; оператор ДНГ – 0,78; ДПР – 0,74; взрывник – 0,72.

В работе определен стажевый критерий допустимого риска в 3 года для проходчика и крепильщика, для всех остальных работников подземного персонала – 4 года, после этого стажа начинают формироваться производственно-обусловленные отклонения в состоянии здоровья с последующей трансформацией в профзаболевания.

На основании донозологической диагностики и проведенной оценки установлен стаж до 3-4-х лет в условиях термошахтной добычи нефти, который будет находиться в пределах приемлемого риска $1 \cdot 10^{-3}$ для профессиональных групп, согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения». Показатели уровней риска развития заболеваний в зависимости от стажа по профессиям подземного персонала, с учетом стажевого критерия, представлены на рис. 6.

Показатели уровня риска развития профессиональной заболеваемости для основного подземного персонала в зависимости от стажа работы во вредных условиях труда представлены следующими уравнениями регрессии: проходчик – $y = 0,002 \cdot e^{0,1126x}$; крепильщик – $y = 0,0004 \cdot e^{0,1581x}$; МГВМ – $y = 0,000005 \cdot e^{0,8513x}$; машинист БУ – $y = 0,000007 \cdot e^{0,1499x}$; оператор ДНГ – $y = 0,00003 \cdot e^{0,1097x}$; ГРП – $y = 0,00004 \cdot e^{0,0863x}$.

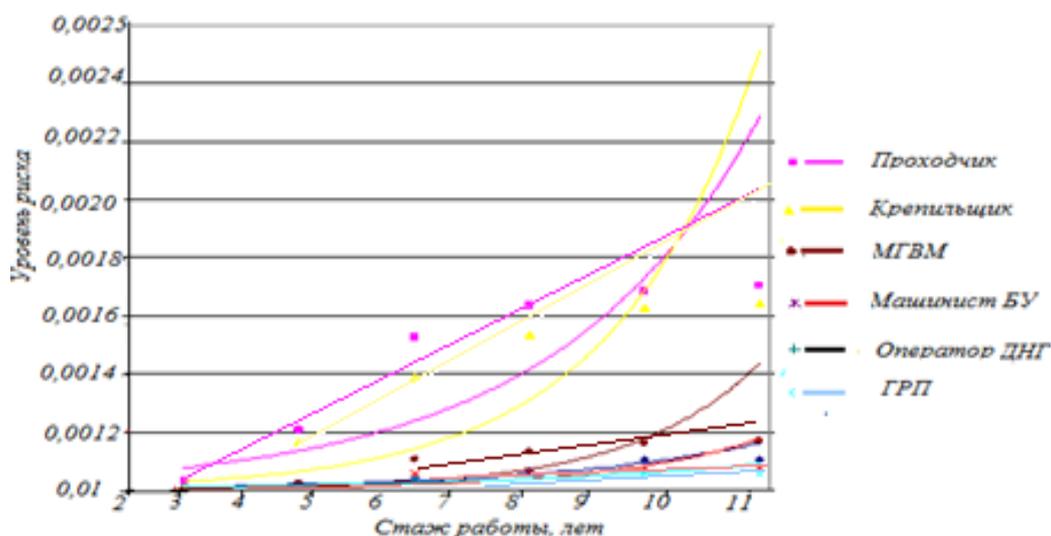


Рисунок 6 – Уровень риска развития заболеваний в зависимости от стажа, с учетом стажевого критерия как механизма управления для приемлемого риска формирования профессиональной заболеваемости основного подземного персонала нефтешахт

Корреляционное отношение: проходчик – 0,86; крепильщик – 0,85; МГВМ – 0,83; машинист БУ – 0,78; оператор ДНГ – 0,73, ГРП – 0,72.

В основу механизма управления защитой здоровья и профилактики профпатологий положен разработанный алгоритм комплексной оценки риска получения и развития профессиональных заболеваний с ранжированием критериев для научного обоснования групп работников с донозологическими отклонениями в состоянии здоровья и высоким уровнем профрисков.

По результатам проведенной работы предлагаются организационные мероприятия по сохранению здоровья и профилактики профессиональных заболеваний персонала нефтешахт:

- 1) запрет или ограничения на ведение работ в данных условиях труда, перевод на другую работу;
- 2) отстранение от работы на время отдыха;
- 3) применение более эффективных СИЗ;
- 4) контроль за соблюдением требований ОТ;
- 5) занесение работника при достижении стажевого критерия и фиксации донозологических отклонений в состоянии здоровья в группу риска с дополнительным углубленным обследованием в республиканской медорганизации с последующим трудоустройством или переводом в профессии, снижающие или исключающие контакт с вредными факторами.

Разработанный алгоритм комплексной оценки риска профессиональных заболеваний с ранжированием критериев в системе управления охраной труда представлен на рис. 7.

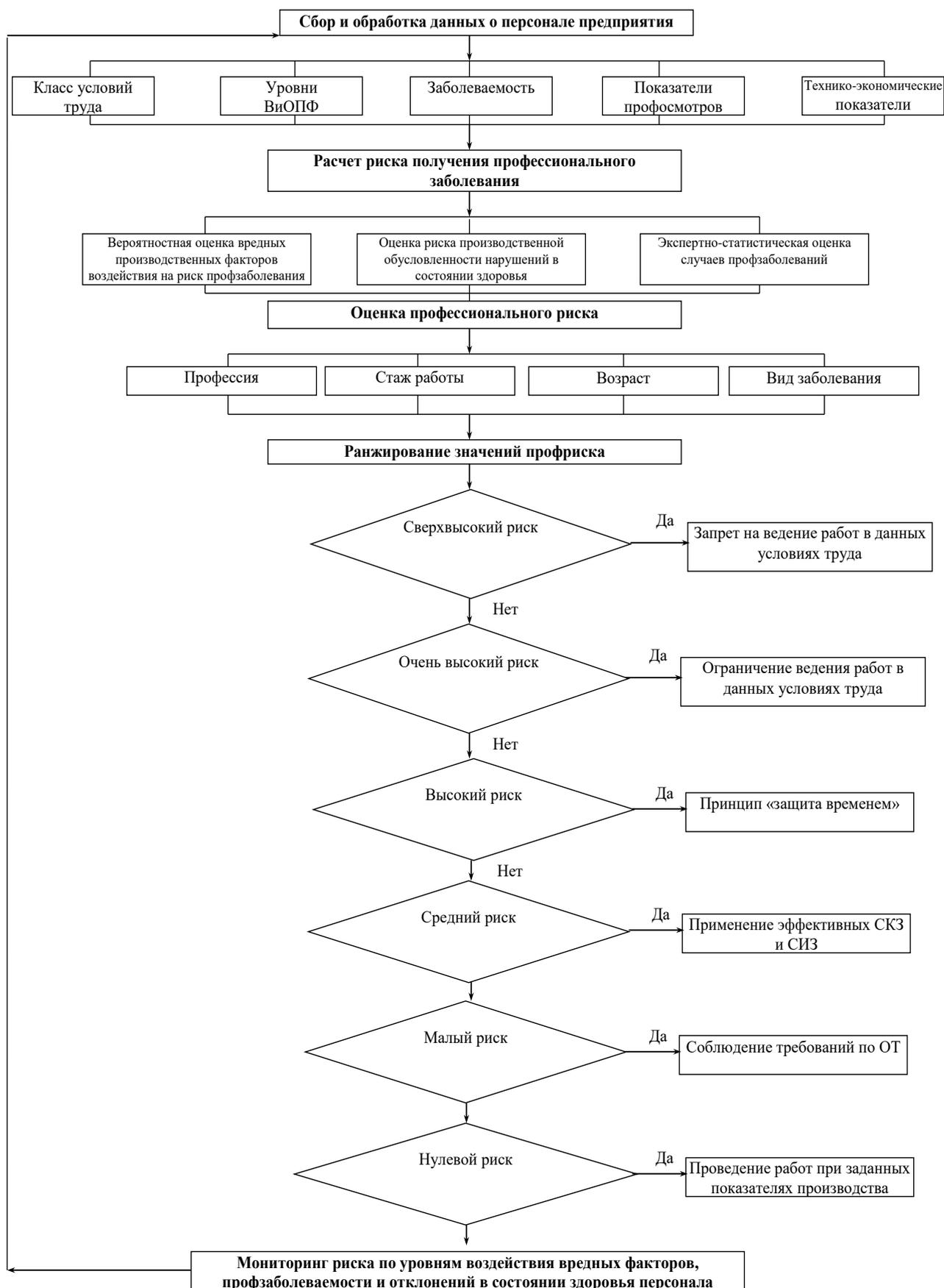


Рисунок 7 – Алгоритм комплексной оценки риска получения и развития профессиональных заболеваний с ранжированием критериев для системы управления охраной труда при термощахтном способе добычи нефти

Таблица 3 – Оценка риска производственной обусловленности нарушений в системах показателей здоровья подземного персонала при термошахтном способе добычи нефти

RR – относительный риск

№ п/п	Профессия	Класс условий труда	Группы систем организма с показателями степени производственной обусловленности заболевания											
			Система опорно-двигательного аппарата (Вибрационная патология)			Система органов слуха			Сердечно-сосудистая система			Система органов дыхания		
			RR	EF	CO	RR	EF	CO	RR	EF	CO	RR	EF	CO
1	Проходчик	3.3	5,3***	81,1	сверхвысокая	3,3***	64,5	высокая	2,7**	61,2	высокая	2,7**	61,2	высокая
2	МГВМ	3.3	4,0***	75,0	очень высокая	2,5**	60,0	высокая	1,8**	56,4	высокая	2,5**	75,0	высокая
3	Крепильщик	3.3	5,1***	80,4	сверхвысокая	3,1***	70,1	высокая	2,7**	62,9	высокая	2,7**	61,2	высокая
4	ГРП	3.1	-	-	-	2,7**	37,5	средняя	1,8**	46,4	средняя	1,8**	46	средняя
5	Машинист БУ	3.3	4,8***	78,0	очень высокая	3,2***	56,5	высокая	1,8**	54,5	высокая	2,5**	60,1	высокая
6	Оператор по ДНГ	3.3	3,6**	52,2	средняя	2,7**	37,5	высокая	1,8**	60,1	высокая	1,8**	45	средняя
7	ДПР	3.1	-	-	-	1,5*	39,4	средняя	1,6**	37,5	средняя	1,9**	47	средняя
8	Слесарь подземный	3.1	-	-	-	1,6**	49	средняя	1,6**	25,1	низкая	1,3*	30	низкая
9	Машинист ЭШ	3.1	-	-	-	1,9**	47,5	средняя	1,5**	19,2	средняя	1,2*	29	низкая
10	Горный мастер	3.1	-	-	-	2,0**	50,1	средняя	1,3**	13,9	средняя	1,4**	31	низкая
11	Взрывник	3.1	-	-	-	2,8*	44,4	средняя	1,7**	29,2	средняя	1,7**	32	средняя
12	Стволовой	3.1	-	-	-	1,7**	43,5	средняя	0,3**	9,2	низкая	1,2*	27	низкая

EF – этиологическая доля, %

CO – степень обусловленности

* – различие с контролем недостоверно ($p > 0,05$)

** – различие с контролем достоверно ($p < 0,05$), признак считают статистическим

*** – различие с контролем достоверно ($p < 0,05$), признак считают детерминированным

Цвет	Производственная обусловленность	Пределы относительного риска	Этиологическая доля	Характеристика
	Сверхвысокая	$RR > 5$	EF = 81-100 %	Профессиональные заболевания
	Очень высокая	$3,2 < RR \leq 5$	EF = 67-80 %	
	Высокая	$2 < RR \leq 3,2$	EF = 51-66 %	
	Средняя	$1,5 < RR \leq 2$	EF = 33-50 %	Общие заболевания
	Низкая	$1 < RR \leq 1,5$	EF < 33 %	
	Нулевая	$0 < RR \leq 1$	EF = 0	

Заключение

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи по сохранению здоровья работников за счет комплексной оценки риска развития и формирования профессиональных заболеваний на основе донозологической диагностики и выявления производственно-обусловленных отклонений, контроля динамики их формирования на ранних этапах профпатологии, имеющей существенное значение для горной промышленности.

Основные научные результаты и выводы, полученные лично автором, заключаются в следующем:

1. Анализ случаев профессиональных заболеваний в нефтешахтной отрасли Республики Коми за 2000-2016 гг. позволил провести вероятностную оценку профессионального риска, которая не учитывает фактические изменения в состоянии здоровья работников, а только фиксирует сам факт получения профзаболевания с высоким уровнем для подземного персонала – $0,8476 \pm 0,09$ %, различие с контролем достоверно ($p < 0,05$). Значительный вклад в развитие профпатологии вносит комплекс вредных производственных факторов, таких как шум с удельным значением $3,4524 \pm 1,23$, локальная вибрация – $2,6463 \pm 0,59$ и тяжесть труда – $1,9348 \pm 1,10$.

2. Проведенная донозологическая диагностика отклонений в состоянии здоровья работников нефтешахт по результатам профосмотров показала очень высокую степень производственной обусловленности в системе опорно-двигательного аппарата с этиологической долей вибрационных заболеваний 71,2–82,1 % для основной группы подземного персонала, означающей очень сильную взаимосвязь с условиями труда, и также в системе органов слуха исследуемой группы, имеющей сильную связь с условиями труда и «высокую» степень производственной обусловленности с этиологической долей 55,9–64,2 %. Отклонения в сердечно-сосудистой системе характеризуются средней связью с условиями труда, имеют «среднюю» степень производственной обусловленности с этиологической долей 34,2–47,5 %. Отклонения в системе органов дыхания с этиологической долей 32,7–45,4 % отнесены к средней степени производственной обусловленности.

3. В ходе исследований полученные закономерности риска возникновения определенных видов профзаболеваний для подземного персонала с учетом результатов донозологической диагностики отклонений в состоянии здоровья позволили установить стаж до 3-4-х лет в условиях термощахтной добычи нефти, который будет находиться в пределах приемлемого риска $1 \cdot 10^{-3}$. Разработанный алгоритм комплексной оценки риска получения и развития профессиональных заболеваний с ранжированием критериев для механизма управления

защитой здоровья работников от профпатологии в системе охраны труда позволяет обосновать группы работников по приоритетности к развитию профзаболеваний в зависимости от стажа работы во вредных условиях нефтешахт для проведения профилактических мероприятий по сохранению здоровья персонала Ярегских нефтешахт.

**Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в
следующих работах:**

Статьи в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации:

1. Фомин А.И. Разработка алгоритма управления профессиональным риском при добыче высоковязкой нефти термошахтным способом / А.И. Фомин, Т.В. Грунковой // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 6. – С. 78–85.

2. Фомин А.И. Совершенствование системы управления профессиональными рисками на нефтяных шахтах / А.И. Фомин, Т.В. Грунковой // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2019. – № 2. – С. 35–43.

3. Фомин А.И. Комплексная оценка профессиональных рисков работников подземной группы при добыче нефти термошахтным способом / А.И. Фомин, Т.В. Грунковой // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 3 – С. 81–86.

4. Фомин А.И. Особенности формирования профессиональных заболеваний работников при разработке месторождений тяжелой нефти подземным способом / А.И. Фомин, Т.В. Грунковой // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2019. – № 1 – С. 35–41.

5. Грунковой Т.В. Гигиеническая оценка риска развития профзаболеваний у работников, занятых термошахтной добычей нефти / Т.В. Грунковой, А.Г. Бердник, М.М. Бердник // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 85–100.

6. Грунковой Т.В. Анализ и оценка профессиональных заболеваний подземного персонала на нефтешахтах Ярегского месторождения / Т.В. Грунковой, В.П. Перхуткин, А.Г. Бердник // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. / УГНТУ. – 2017. – № 3. – С. 128–144.

7. Грунковой Т.В. Установление взаимосвязей условий труда с производственными процессами при интенсификации проходческих работ в нефтяных шахтах Ярегского месторождения / Т.В. Грунковой, В.П. Перхуткин // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. / УГНТУ. – 2013. – № 2. – С. 184–193.

8. Грунковой Т.В. Совершенствование методологии оценки условий труда при интенсификации проходческих работ в нефтяных шахтах Ярегского месторождения /

Т.В. Грунско́й, В.П. Перхуткин // Промышленная безопасность минерально-сырьевого комплекса в XXI веке: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 2 (специальный выпуск 7). – М.: Издательство «Горная книга». – 816 с.

Статьи в научно-технических сборниках и других изданиях:

9. Фомин А.И. Исследование результатов профосмотров подземных работников нефтяных шахт и оценка профессионального риска / А.И. Фомин, Т.В. Грунско́й // Сборник материалов XII Международной научной конференции «Инновации в технологиях и образовании», 22–23 марта 2019 г. Филиал ГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», г. Белово. – С. 1–4.

10. Фомин А.И. Методические рекомендации по оценке риска развития профессиональных заболеваний у подземного персонала при термошахтном способе добычи высоковязкой нефти / А.И. Фомин, Т.В. Грунско́й // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2019. – № 1. – С. 82–89.

11. Грунско́й Т.В. Оценка тяжести и напряженности труда на рабочих местах подземного персонала Ярегских нефтешахт / Т.В. Грунско́й, М.В. Каплина, Г.В. Соходон // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения: электрон. науч. журн. УГТУ. – 2017. – № 3 – С. 35–55.

12. Грунско́й Т.В. Управление безопасностью трудового процесса проходки горных выработок в нефтяных шахтах Ярегского месторождения / Т.В. Грунско́й, В.П. Перхуткин // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения: электрон. науч. журн. УГТУ. – 2017. – № 1. – С. 10–22.

13. Грунско́й Т.В. Методика комплексной оценки условий труда при модернизации проходческих работ в нефтешахтах Ярегского месторождения // Сборник «СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2013». Материалы XIV Международной молодежной научной конференции: в 5-ти частях. – 2013. – С. 217–219.

14. Грунско́й Т.В. Установление взаимосвязей трудового процесса с вредными факторами в условиях модернизации проходческих работ в нефтяных шахтах Ярегского месторождения // Сборник «СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2013». Материалы XIV Международной молодежной научной конференции: в 5-ти частях. – 2013. – С. 224–227.

15. Грунско́й Т.В. Идентификация опасных и вредных факторов рабочих мест нефтешахт Ярегского месторождения // XII Международная молодежная научная конференция «Севергеоэкотех-2011». Материалы конференции: в 5 ч. (16–18 марта 2011 г., Ухта). – С. 283–285.

Подписано в печать 22.08.2019

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Заказ В–336. Объем 1 п.л. Тираж 100 экз.

ФГБОУВО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева».

650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография ФГБОУВО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева».

650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.