

Федеральное бюджетное учреждение науки  
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий  
управления рисками здоровью населения»  
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав  
потребителей и благополучия человека

*На правах рукописи*



**ФОКИН Владимир Андреевич**

**ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА  
ЗДОРОВЬЮ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЕМ  
СВЕРХНОРМАТИВНЫХ УРОВНЕЙ ШУМА**

3.2.1. Гигиена

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

**Научный руководитель:**  
д.м.н., Шур Павел Залманович

Пермь 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА, СВЯЗАННОГО С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ .....	15
1.1 Условия труда, как фактор оказывающий влияние на здоровье трудоспособного населения .....	15
1.2 Шум, как один из ведущих факторов формирования профессиональной патологии .....	20
1.3 Сведения о негативном влиянии производственного шума на здоровье работников различных отраслей промышленности .....	22
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	33
ГЛАВА 3 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ УСЛОВИЙ ТРУДА И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ОСНОВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ)....	45
3.1 Оценка воздействия производственного шума на здоровье работников различных отраслей промышленности.....	45
3.1.1 Гигиеническая оценка уровня производственных факторов на рабочих местах предприятия горной промышленности. ....	49
3.1.2 Оценка уровня заболеваемости болезнями, потенциально связанными с воздействием шума среди работников предприятия горнодобывающей отрасли .....	51
3.1.3 Гигиеническая оценка уровня производственных факторов на рабочих местах предприятия металлургической отрасли промышленности .....	52
3.1.4 Оценка уровня заболеваемости болезнями, потенциально связанными с воздействием шума среди работников предприятия металлургической отрасли	55
3.1.5 Гигиеническая оценка уровня производственных факторов на рабочих местах предприятия нефтедобывающей отрасли .....	56

3.1.6 Оценка уровня заболеваемости болезнями потенциально связанными с воздействием шума среди работников нефтедобывающей отрасли .....	58
3.1.7 Гигиеническая оценка уровня производственных факторов на рабочих местах предприятия машиностроения .....	60
3.2 Выбор приоритетных отраслей промышленности для последующей оценки профессионального риска .....	60
ГЛАВА 4 Оценка группового и индивидуального профессионального риска для здоровья работников в условиях шумовой экспозиции на уровне, превышающем гигиенические нормативы .....	64
4.1 Эпидемиологическая оценка связи заболеваемости с условиями труда .....	64
4.1.1 Эпидемиологическая оценка связи заболеваемости нейросенсорной тугоухостью с условиями труда .....	64
4.1.2 Эпидемиологическая оценка связи заболеваемости расстройствами вегетативной (автономной) нервной системы, артериальной гипертензией и мигренью с условиями труда .....	65
4.2 Оценка группового профессионального риска для здоровья работников в условиях воздействия производственного шума .....	68
4.3 Оценка персонального профессионального риска для здоровья работников в условиях воздействия производственного шума .....	70
ГЛАВА 5 УТОЧНЕНИЕ КАТЕГОРИИ ПЕРСОНАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ (ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ).....	75
5.1 Применение теории нечетких множеств с целью последующего уточнения результатов категорирования риска .....	75
5.2 Уточнение результатов категорирования персонального профессионального риска .....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	87
ВЫВОДЫ .....	90
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	92

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ .....	93
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	94
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	95
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	114
Приложение А – Уровни персонального риска, обусловленные развитием НСТ, на момент исследования.....	114
Приложение Б – Прогнозные уровни персонального риска, обусловленные развитием НСТ, к моменту достижения возраста 65 лет.....	119
Приложение В – Уровни персонального риска, обусловленные развитием АГ, на момент исследования.....	124
Приложение Г – Прогнозные уровни персонального риска, обусловленные развитием АГ, к моменту достижения возраста 65 лет .....	127
Приложение Д – Расчет точек трапеций для диапазонов риска .....	130
Приложение Е – Уточнение категории риска, обусловленного НСТ и АГ на момент исследования и к моменту достижения возраста 65 лет. ....	132

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы исследования**

Для обеспечения стабильности современных тенденции к увеличению продолжительности жизни и периода трудоспособности [1, 9] актуальной становится задача улучшения состояния здоровья работников, снижения заболеваемости неинфекционными заболеваниями и уменьшения потерь трудовой активности [18], связанных со стойкой и временной нетрудоспособностью. Решение этой задачи требует применения современных инструментов оценки и прогнозирования нарушений здоровья работников в условиях длительного воздействия вредных производственных факторов [26, 122]. Оценка профессиональных рисков для здоровья работников рассматривается в настоящее время как один из наиболее актуальных инструментов для определения потенциальных уровней риска, в том числе при длительном стаже работы на момент достижения предпенсионного возраста. Оценка профессионального риска, как на момент исследования, так и на перспективу позволяет разработать профилактические мероприятия, направленные на увеличение периода трудоспособности.

Организация мероприятий, направленных на предотвращение профессиональных заболеваний работников отдельных профессий и производств, а также прогнозирование санитарно-эпидемиологической ситуации на основе использования статистических методов и математических моделей, разрабатываемых научными организациями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в соответствии с п. 3 Положения о федеральной государственной информационной системе сведений санитарно-эпидемиологического характера (утв. Постановлением правительства РФ от 02.12.2021 г. № 2178) [60], является одной из задач этой системы.

Производственные факторы создают комплекс рисков для здоровья и оказывают значительное влияние на здоровье работников [22, 45]. Известно, что вредные условия труда способствуют стабильно высокому уровню профессиональной заболеваемости и влияют на уровень общей соматической заболеваемости среди работников ведущих отраслей промышленности [7].

В последние годы одним из ведущих факторов в формировании профессиональной патологии исследователями выделяется трудовой процесс в условиях шума, приоритетным неблагоприятным физическим фактором рабочей среды является повышенная шумовая экспозиция [39, 130]. Неблагоприятные условия труда по шумовому фактору, относятся к приоритетным факторам по оказанию влияния на ожидаемую продолжительность жизни [79, 110]. Одним из заболеваний, наиболее часто развивающихся под воздействием сверхнормативных уровней шумового воздействия, является профессиональная нейросенсорная тугоухость [11, 19, 71]. Однако, помимо развития профессиональной нейросенсорной тугоухости (НСТ), воздействие производственного шума может провоцировать развитие ряда заболеваний, связанных с условиями труда, таких как артериальная гипертензия [3, 61, 134], нарушения функций вегетативной нервной системы [13, 27, 58], мигрень [80, 99, 121, 147]. Профессиональный риск, обусловленный воздействием производственного шума, является причиной временной и стойкой утраты трудоспособности, что делает актуальным количественную оценку его уровней, как на групповом, так и на индивидуальном уровне, с целью дальнейшей разработки адресных профилактических мероприятий.

Оценка профессионального риска, в том числе обусловленного воздействием производственного шума, является основой планирования и организации мероприятий, имеющих профилактическую направленность на снижение уровней профессиональных рисков. Методология оценки риска позволяет категорировать уровни риска, связанные с событиями, которые могут привести к неблагоприятным для здоровья работников последствиям; причины и последовательность возникновения данных событий, а также выявить факторы,

способствующие минимизации последствий путем снижения вероятности появления подобных ситуаций [35, 70, 72]. Применяемые в России методические подходы к оценке профессионального риска здоровью предусматривают его априорную или полуколичественную оценку на групповом уровне [15, 19, 28, 52], ряд предложенных методик позволяет оценить индивидуальный риск [86, 90]. В зарубежной практике профессиональный риск также рассчитывают с использованием эпидемиологических оценок связи заболеваемости с условиями труда и расчета относительного риска, в основном на групповом уровне [47, 112, 118, 128, 131, 135, 136]. В то же время, необходимость получения более точных результатов и критериев их оценки определяет актуальность совершенствования существующих методических подходов к количественной оценке профессионального риска [26, 86, 127], в том числе персонального [90, 132], как функции вероятности и тяжести негативных ответов [106, 125].

При категорировании персонального риска вероятно возникновение неопределенностей, связанных с переходом от оценки риска на групповом уровне к оценке персональных рисков. Одним из вероятных путей решения данной проблемы, актуальных для исследования, является применение методов вероятностной оценки принадлежности уровней персонального риска к той или иной категории, с целью уточнения результатов категорирования персонального риска и формирования групп риска для проведения профилактических мероприятий.

### **Степень разработанности темы исследования**

Физические факторы на рабочих местах являются одним из основных показателей, оказывающих влияние на ожидаемую продолжительность жизни [79]. Ведущим физическим фактором, оказывающим влияние на здоровье работников, в том числе в виде увеличения уровня ЗВУТ и общей соматической заболеваемости [82] является производственный шум. Производственный шум занимает лидирующую позицию среди факторов, воздействующих на работников, как наиболее часто не соответствующий гигиеническим нормативам [68].

Применяемые в РФ методические подходы к оценке профессионального риска здоровью предусматривают его оценку, главным образом полуколичественную, на групповом уровне [15, 19, 28], ряд предложенных методик позволяют провести полуколичественную оценку профессионального риска на персональном уровне и в определенной степени дать его количественную характеристику на групповом уровне [86].

Прогнозирование санитарно-эпидемиологической ситуации на основе использования статистических методов и математических моделей, а также информационное обеспечение организации мероприятий, направленных на предотвращение профессиональных заболеваний работников отдельных профессий и производств, являются одними из основных задач Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, закрепленными Положением о федеральной государственной информационной системе сведений санитарно-эпидемиологического характера [60]. В этой связи наряду с оценкой фактических уровней профессионального риска для здоровья становится актуальным расчет его прогнозных значений [26]. Определение прогнозных уровней риска актуально в качестве инструмента для определения потенциальных уровней риска в течение всего трудового стажа, в том числе в предпенсионном возрасте. Отмечена необходимость управления профессиональными рисками посредством проведения комплекса технических, технологических, организационных, медико-профилактических мероприятий, срочность проведения которых должна определяться установленными категориями профессиональных рисков [64]. Вместе с тем отмечена необходимость разработки, гигиенического обоснования и апробации практически приемлемых и эффективных механизмов снижения вредного воздействия производственных факторов на здоровье работающих, в том числе на разных этапах формирования трудового стажа [35].

На основании вышеизложенного, с учетом актуальности проблемы количественной оценки и прогнозирования уровней профессионального риска, в том числе персонального, для здоровья работающих в условиях влияния



сверхнормативных уровней шумового воздействия, сформулирована цель исследования.

**Цель исследования:** научное обоснование и апробация методических подходов к оценке риска здоровью работающих в условиях воздействия сверхнормативных уровней шума.

В соответствии с поставленной целью **задачи исследования** включали:

1. Выполнение гигиенического анализа формирования нарушений здоровья работников при воздействии физических факторов, в том числе шума (на примере промышленных предприятий Пермского края).

2. Осуществление развития методических подходов к количественной оценке и категорированию риска здоровью работников в условиях воздействия сверхнормативных уровней шума.

3. Оценку вероятности развития негативных ответов со стороны здоровья работающих, связанных со сверхнормативной шумовой нагрузкой.

4. Выполнение оценки, прогноза и категорирования профессионального риска здоровью, в том числе персонального, на основе многофакторного моделирования вероятности развития негативных ответов со стороны здоровья с использованием теории нечетких множеств.

5. Обоснование гигиенические рекомендации по организации профилактических мероприятий по снижению риска и информированию работников о профессиональном риске здоровью, формируемом в результате воздействия производственного шума.

### **Научная новизна работы**

- Предложены методические подходы и алгоритм количественной оценки профессионального риска здоровью лиц, работающих в условиях сверхнормативных уровней шума, на групповом и персональном уровне, включающий в себя многофакторное моделирование вероятности развития негативных ответов со стороны здоровья и применение теории нечетких множеств.

- Предложены количественные критерии категорирования профессионального риска по 7 диапазонам (от пренебрежимо малого до экстремально высокого).
- Доказано наличие недопустимого (неприемлемого) группового профессионального риска, обусловленного развитием нейросенсорной тугоухости (НСТ) и артериальной гипертензии (АГ).
- Установлены параметры для количественной оценки и прогноза персональных уровней риска в результате развития профессиональных заболеваний (ПЗ) и болезней, связанных с условиями труда (БСУТ), среди работников нефтедобывающей промышленности, находящихся под воздействием производственного шума на уровне 80-85 дБА.
- Установлены количественные значения недопустимого (неприемлемого) профессионального риска здоровью, обусловленные развитием ПЗ и БСУТ при работе под воздействием сверхнормативных уровней шума и дана их характеристика на групповом и персональном уровнях. Дан прогноз увеличения доли работников с недопустимым (неприемлемым) уровнем риска к моменту достижения возраста 65 лет в отношении НСТ и АГ.
- Предложены критерии формирования групп риска работников с целью определения порядка проведения профилактических мероприятий.

### **Теоретическая и практическая значимость исследования**

Теоретическая значимость состоит в применении результатов комплексного исследования в ходе научного обоснования, разработки и подготовки к внедрению методических подходов к оценке риска для здоровья лиц в условиях воздействия высоких уровней экспозиции производственных факторов. Предложенный подход может использоваться в качестве инструмента при проведении количественной оценки профессионального риска, в том числе на персональном уровне.

Практическая значимость заключается в предложенных методических подходах, апробированных на примере оценки профессионального риска для контингента работников нефтедобывающей промышленности, находящихся под

воздействием производственного шума на уровне выше гигиенических нормативов. Результаты работы использованы при формировании профилактических мероприятий, направленных на снижение профессионального риска исследуемого контингента работников.

### **Методология и методы исследования**

Методология исследования базируется на количественной оценке профессионального риска на персональном уровне, проводимой путем регрессионного анализа, а также на теории нечетких множеств, адаптированной для уточнения результатов категорирования профессионального риска. В ходе исследования использованы современные медико-биологические и статистические методы получения и обработки информации.

### **Положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Методические подходы, основанные на результатах эпидемиологических исследований вероятностей развития профессиональных заболеваний и болезней, связанных с условиями труда, позволяют количественно оценить групповой и персональный профессиональный риск, как функцию дополнительной вероятности и тяжести ответов.

2. В условиях шумовой нагрузки выше 80 децибел неприемлемый уровень профессионального риска формируется при стаже более четырех лет с прогнозом формирования риска высокой и очень высокой категории к предпенсионному возрасту.

3. При формировании контингента работающих в условиях сверхнормативной шумовой нагрузки для проведения медико-профилактических мероприятий целесообразно применять результаты оценки персонального риска, а при определении приоритетности осуществления таких мер необходимо учитывать результаты категорирования прогностических уровней риска.

### **Степень достоверности и апробация результатов.**

Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы (номер государственного учета НИР АААА-А19-119060390096-4) в соответствии с планом основных мероприятий ФБУН «ФНЦ

медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» на 2019 год, ее результаты вошли в отчет по НИР ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Достоверность результатов исследования, выделенных в результате исследования основных положений, выводов и рекомендаций определена использованием информации, по изучаемой проблеме, полученной из открытых и проверяемых релевантных источников в ходе аналитического обобщения данных, с применением комплекса общепризнанных способов сбора и обработки информации, в том числе, по данным официального статистического наблюдения; соответствием используемых подходов к построению дизайна исследований, анализу и интерпретации результатов, а также использованием стандартных методов гигиенического анализа, с элементами эпидемиологической оценки и математического моделирования.

Достоверность полученных результатов и сформулированных выводов базируется на достаточном объеме выборки (более 700 работников); использованием валидной информации об уровне воздействующих факторов (более 100 карт специальной оценки условий труда (СОУТ)); проведением эпидемиологического анализа связи заболеваемости с профессиональной деятельностью с использованием результатов периодических медицинских осмотров (ПМО) и данных о состоянии здоровья работников, полученных в ходе углубленного медицинского обследования 293 работников, проведенного на базе клиники профессиональной патологии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора; использованием в ходе статистической обработки массивов информации вычислительных программ статистического анализа (Statistica 10 и Microsoft Excel 2010).

Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Пермь, 2019); X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Пермь, 2020); 3-ем Международном молодежном

форуме «Профессия и здоровье» (Суздаль, 2020); XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Пермь, 2021); XI межрегиональной научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием «Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях» (Саратов, 2021); VI Всероссийской неделе охраны труда (Сочи, 2021); 16-ом Российском Национальном Конгрессе с международным участием «Профессия и здоровье» (Владивосток, 2021); XIII Всероссийском съезде гигиенистов, токсикологов и санитарных врачей (Москва, 2022).

Работа апробирована на расширенном заседании отдела анализа риска здоровью, отдела медицины труда и общей патологии, отдела биохимических и цитогенетических методов диагностики, отдела иммунобиологических методов диагностики, отдела математического моделирования систем и процессов Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол № 1 от 15.03.2023 года).

### **Внедрение результатов исследования**

Материалы работы использованы при разработке проекта «Руководства по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (федеральный уровень); получена положительная рецензия ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» г. Москва от 01.02.2023 г.; представлено в Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 06.02.2023 г.);

Результаты диссертационного исследования внедрены в деятельность Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю при планировании и проведении контрольно-надзорной деятельности в рамках выполнения основных полномочий (акт внедрения от 01.03.2022 г.).

Материалы диссертационного исследования использованы в учебном процессе (на элективном курсе) студентов медико-профилактического факультета на кафедре общей гигиены ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России (акт внедрения от 01.11.2021 г.).

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 13 работ, в том числе 7 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертационных исследований.

**Личный вклад автора.** Автором сформулированы цель исследования, задачи, решаемые для достижения цели. Разработан дизайн исследования, проведен анализ информации о состоянии условий труда на рабочих местах выделенного контингента работников; проведена обработка информации о состоянии здоровья и его связи с условиями труда, в том числе с использованием математического моделирования; выполнен расчет количественных значений персонального риска, их прогнозирование, категорирование с дальнейшим уточнением категории риска путем применения теории нечетких множеств. Личный вклад автора в организацию и выполнение исследований составляет 85%, в обобщение и анализ материалов 90%.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 142 страницах компьютерной верстки, состоит из введения, литературного обзора, главы материалов и методов, 3 глав собственных исследований, заключения, практических рекомендаций и выводов. Список литературы включает 150 источников, в том числе 103 отечественных и 47 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 21 таблицей и 11 рисунками.

# **ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА, СВЯЗАННОГО С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ**

## **1.1 Условия труда, как фактор оказывающий влияние на здоровье трудоспособного населения**

В структуре факторов, формирующих здоровье человека в трудоспособном возрасте, важнейшее место принадлежит условиям труда. На здоровье работников значительное влияние оказывают производственные факторы, создающие комплекс рисков и неопределенностей в непрерывной системе организации безопасных условий труда. Проблема обеспечения благоприятных условий труда является одной из самых актуальных в сфере социально-трудовых отношений и определяется необходимостью сохранения здоровья работающего населения [96]. Национальные цели и стратегические задачи развития страны на период до 2024 года, в том числе внедрение программ укрепления здоровья на рабочем месте и здоровьесберегающих технологий на производстве, определены Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 года № 204 [89].

Несомненно, производственная эффективность и функциональная активность деятельности промышленного предприятия во многом определяется качеством человеческих ресурсов. Приоритет сохранения жизни и здоровья работников, их продуктивности и трудового долголетия являются неотъемлемой частью системы организации безопасных условий труда, охраны здоровья работающих и фундаментальной основой устойчивого экономического развития и потенциала государства.

В России созданы нормативно-законодательные и научно-методические основы системы контроля за условиями труда, базовым элементом которой является гигиеническое нормирование факторов производственной среды и

трудовой деятельности. В соответствии с требованиями федерального законодательства в области охраны труда и обеспечения безопасности производства, государство является гарантом сохранения трудовых ресурсов, продолжительности и качества жизни населения [88].

В основу научной методологии определения безвредного стажа работы в конкретных условиях положены зависимости между различными условиями труда и сроками развития болезней, связанных с условиями труда, и профессиональных заболеваний. Вместе с тем, всестороннего научного изучения и комплексного решения проблемы влияния условий труда на здоровье работников требует необходимость обеспечения безопасного и безвредного труда с возможностью прогнозирования условий трудового долголетия и работоспособности человека в профессии. Данная проблема с развитием и внедрением инновационных технологий не становится менее актуальной, поскольку определяет необходимость сохранения здоровья работающего населения и требует обстоятельного изучения в комплексе социально-трудовых отношений [62, 96].

Известно, что вредные условия труда способствуют стабильно высокому уровню профессиональной заболеваемости и являются прямым показателем и отражением степени воздействия условий труда на здоровье работников [7]. Безусловно, большинство последствий, обусловленных профессиональными заболеваниями, потенциально могут быть сняты путем модернизации системы достижения безопасных условий труда [150]. Несмотря на успехи, достигнутые в этой области, так, например, уровень профессиональной заболеваемости в Российской Федерации сократился: в 2011 г. он составлял 1,9 случая на десять тысяч работников, а в 2020 г. составил 0,78 случаев на десять тысяч работников, [39], нередко бизнес рассматривает инвестиции в организацию безопасных условий труда как необходимые, но обременительные. Регистрация профессиональных заболеваний увеличивает для работодателя финансовую нагрузку в виде социального страхования и повышает косвенные потери [6]. В то же время, по сведениям некоторых авторов, около 85,0% работников не



заинтересованы в диагностировании профессиональной патологии, так как это связано, как правило, с необходимостью перехода на менее оплачиваемую работу [97]. Расчеты, проведенные рядом исследователей, показали, что удельный вес численности больных с профессиональными заболеваниями от количества работников, обследованных во время обязательных медицинских осмотров, составляет более 60 тыс. человек и превышает официально регистрируемую ежегодную статистику в 9-12 тыс. случаев в год [10, 67]. Значительное расхождение регистрируемой профессиональной заболеваемости и потенциально возможной (предполагаемой), свидетельствует о необходимости дальнейших научных разработок в области гигиены и медицины труда и определяет высокую значимость научного поиска и практических разработок для выяснения истинного положения дел в проблеме оценки профессиональных рисков и профессиональной заболеваемости.

Для нормализации условий труда, митигирования воздействия вредных и опасных факторов производственной среды и снижения профессиональных рисков целесообразна комплексная гигиеническая оценка оборудования и механизмов, неукоснительное соблюдение уровней и дозовых нагрузок факторов рабочей среды и трудового процесса, повышение качества предварительных и периодических медицинских осмотров. Комплексное применение таких мероприятий позволяет обеспечить снижение профессионально обусловленной и профессиональной заболеваемости при функциональной взаимосвязи всех элементов, формирующих данную систему. В этой связи актуальной и востребованной представляется методология оценки профессиональных рисков здоровью для обоснования мероприятий по управлению этими рисками и сохранению здоровья работающих.

Оценка профессионального риска с учетом специфики производственной деятельности является основой планирования и организации мероприятий, имеющих профилактическую направленность для создания оптимальных условий труда. Методология оценки риска для здоровья - количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиться в

результате воздействия факторов среды обитания на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции [75]. В области профессионального здоровья и безопасности риск является качественной и количественной характеристикой опасности, вероятностью того или иного неблагоприятного события, при этом определяется как сочетание функций меры последствий и частоты (вероятности) его наступления [16, 104]. Оценка профессионального риска позволяет определить вероятность событий, которые могут привести к опасным для здоровья работников ситуациям, причины и последовательность возникновения данных событий, а также выявить факторы, способствующие минимизации последствий и определить пути снижения вероятности появления подобных ситуаций [72].

Вместе с тем, необходимо, чтобы оценка профессиональных рисков позволяла проводить мониторинг возникновения рисков, ранжирование и категорирование количественных показателей риска здоровью работающих и предполагала возможность научного обоснования выбора контингента работников для последующей оценки риска, связанной с заболеваемостью работников, и снижения последствий влияния вредных производственных факторов.

Многолетними исследованиями установлено, что на вероятность приобретения профессиональной патологии значительное влияние оказывает протяженность во времени и многофакторность воздействия производственных условий. Воздействие комплекса факторов и условий трудового процесса формирует возможность развития профессионально обусловленной и профессиональной патологии. Оценка вредного воздействия отдельных факторов производства и обоснование механизмов управления ими для цели уменьшения профессионального риска до приемлемых значений обеспечивают сохранение профессионального здоровья и долголетия работников, а также способствуют сохранению трудового ресурса [66].

Использование методологии оценки и управления рисками, методов математического анализа и прогнозирования вероятностей влияния факторов

среды обитания на состояние здоровья населения с применением информационно-аналитического инструментария позволяет говорить о высокой значимости как факторов как среды обитания, так и производственной среды. Отмечено, что главными причинами превышения безопасных уровней физических факторов на рабочих местах являются несовершенство технологических процессов, конструктивные недостатки технологического оборудования и инструментов, их физический износ, несовершенства эргономики рабочих мест, неудовлетворительная организация производственного контроля [36, 39, 40, 41].

Часто обсуждаемой в научных публикациях проблемой являются условия воздействия комплекса вредных производственных факторов, интенсивность которых может не достигать лимитированных уровней, но, тем не менее, способствует высокой вероятности развития профессионально обусловленных общесоматических болезней, для которых в результате сравнительного анализа с уровнем заболеваемости профессиональных групп, доказана вероятная связь с профессией в соответствии с нормативными документами [73, 74]. В частности, выявлена связь заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) у мужчин и женщин и процента превышений нормативов по шуму, вибрации, электромагнитному излучению на рабочих местах. Ряд авторов указывает, что значительная степень профессионального риска ущерба здоровью рабочих подтверждается высоким уровнем ЗВУТ [82], например, увеличение производственного шума на десять децибел вызывает рост общей заболеваемости работающих в 1,2–1,3 раза. В ряде работ была продемонстрирована прямая зависимость повышенного уровня производственного шума и роста ЗВУТ, как интегрального показателя влияния производственных факторов, на заболеваемость работающих [17]. При этом уместно привести данные федеральной статистической отчетности за 2020 г. о достаточно высокой доле (23,5%) нарушения нормативов производственного шума на промышленных предприятиях [39].

Научные исследования в области медицины труда свидетельствуют, что наиболее высокому риску утраты трудоспособности подвержены работники

предприятий, осуществляющих добычу и обогащение полезных ископаемых, машиностроения, нефтехимической и газовой промышленности, где зарегистрированы особо неблагоприятные условия труда. В этой связи проблема создания здоровых условий труда, проведения мероприятий по профилактике профессиональных заболеваний на большинстве предприятий остается чрезвычайно актуальной. Анализ выявления профессий и соответствующих опасных условий и обстоятельств, требующих особого внимания и максимальных усилий, направленных на снижение влияния вредных и опасных условий труда, является актуальной проблемой в оценке профессиональных рисков и сохранении здоровья трудоспособного населения [76].

## **1.2 Шум, как один из ведущих факторов формирования профессиональной патологии**

В последние годы одним из ведущих факторов в формировании профессиональной патологии исследователями выделяется трудовой процесс в условиях шума, и, соответственно, приоритетным неблагоприятным фактором рабочей среды – повышенные шумовые экспозиции. Вместе с тем, уровни производственного шума наиболее часто не соответствуют гигиеническим нормативам [38, 39]. С одной стороны, это связано с ростом механизации и автоматизации современного производства и, как следствие, увеличением контингентов лиц, подвергающихся их влиянию, с другой – с длительным использованием устаревшего оборудования, не отвечающего санитарно-гигиеническим нормативам [24, 100, 115, 140]. При этом подавляющее большинство работающих в промышленном секторе экономики трудятся в отраслях производства, где основные технологические процессы и операции сопровождаются шумом, значительно превышающим гигиенические нормативы – это предприятия по нефтедобыче и нефтепереработке, металлургии и

металлообработке, машиностроения, строительства и др. [100]. Число работников под воздействием сверхнормативных уровней шума, ежегодно составляет более 3 млн. человек. К представителям профессий наиболее подверженных воздействию шумовых экспозиций относятся шахтеры, проходчики, бурильщики, кузнецы, машинисты и др. [56]. В этой связи, происходящие в организме человека изменения, возникающие при воздействии шума, вызывают большой научный интерес.

Вместе с тем, особого внимания заслуживает аспект оценки трудового процесса в условиях повышенных уровней производственного шума с позиции законодательных требований в части организации санитарно-эпидемиологического надзора. В соответствии с федеральным санитарным законодательством [94], индивидуальные предприниматели и юридические лица обязаны осуществлять профилактические мероприятия по обеспечению безопасных для человека условий труда. Наряду с этим, в Трудовом кодексе РФ определено, что безопасными считаются условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено, либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов. Одновременно, в Трудовом кодексе изложено понятие профессионального риска как вероятности причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов. В законодательстве определено, что порядок оценки уровня профессионального риска устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим нормативно-правовое регулирование в сфере труда. Таким образом, Трудовой кодекс предусматривает разработку некой системы оценки профессионального риска. Более того, федеральное законодательство в области технического регулирования [95] также определяет риск как вероятность причинения вреда здоровью или жизни граждан, с учетом тяжести последствий, а безопасность производственных процессов – как состояние, при котором недопустимый риск, связанный с причинением вреда здоровью или жизни отсутствует. Однако, несмотря на строгий, законодательно закрепленный понятийный аппарат и наличие легитимной методологии оценки

профессиональных рисков, изложенной в руководящем документе по порядку оценки профессионального риска [74], парадокс ситуации заключается в отсутствии обязательности проведения оценки профессиональных рисков для достижения безопасных условий труда. В санитарных правилах СанПиН 1.2.3685-21 [81] гигиеническим нормативом, используемым для оценки уровней воздействия шума на рабочих местах признан эквивалентный уровень звука 80 дБА. Открытым остается вопрос об обязательности требования проведения оценки риска здоровью при установлении уровней шума сверхнормативных значений в 80 дБА, поскольку в СП 2.2.3670-20 [85], являющемся нормативно-правовым актом подобное требование отсутствует. Ранее, в соответствии с требованиями санитарных правил, утративших силу, работы при воздействии эквивалентного уровня производственного шума выше восьмидесяти пяти децибел не допускались. В случае превышения нормативного уровня шума на рабочем месте работодатель был обязан провести оценку риска для здоровья работников, подтвердив приемлемость уровня риска здоровью.

### **1.3 Сведения о негативном влиянии производственного шума на здоровье работников различных отраслей промышленности**

Многочисленные исследования с применением современных лабораторно-инструментальных методов оценки позволяют констатировать, что шум, среди всех факторов производства на рабочих местах, выделяется как оказывающий наиболее неблагоприятное воздействие на все органы и системы организма, и в первую очередь, на органы слуха [109, 113, 141, 144]. Общеизвестным является факт, что одной из актуальных проблем медицины труда является нейросенсорная тугоухость профессионального генеза, возникающая в результате воздействия производственного шума интенсивностью более восьмидесяти децибел [53, 55, 57]. Нарушения кровообращения в височной области и звуковом анализаторе

приводят к стойкому необратимому снижению слуха [129,146]. Вместе с тем, по мнению ряда авторов, тугоухость является защитным механизмом организма на акустический раздражитель [77].

Профессиональная тугоухость развивается, как правило, после длительного периода работы под воздействием шумовой экспозиции, а негативное влияние на орган слуха работников развивается вследствие одновременного влияния основного широкополосного высокочастотного шума повышенного уровня от 350 Гц выше в виде фона и импульсного (непостоянного, прерывистого) шума, превышающего нормативные значения [29].

Установлено, что снижение слуха под влиянием достаточно интенсивных и длительно воздействующих производственных шумов связано с дегенеративными изменениями, как в волосковых клетках кортиева органа, так и в спиральном ганглии и в волокнах кохлеарного нерва [44]. Вместе с тем, одни исследователи придают основное значение первичному механизму воздействия звукового давления, приводящему к травматическому повреждению рецепторного отдела слухового анализатора, другие связывают первичные изменения с чрезмерным раздражением определенных отделов центральной нервной системы и возникновению патологии внутреннего уха [57, 77]. Ряд исследований демонстрирует, что при воздействии шума и развитии признаков нейросенсорной тугоухости прослеживается тенденция к повышению уровня тиреотропного гормона (ТТГ), а также к понижению свободного тироксина (Т4своб.) и свободного трийодтиронина (Т3своб.) [25]. Многие авторы заявляют, что ведущее место в патогенезе тугоухости занимают подкорковые центры, регулирующие трофику слухового рецептора, ряд авторов считают, что изменения в центрах головного мозга лежат в основе поражения рецептора. Имеется точка зрения, согласно которой в результате сосудистых нарушений, возникающих в рецепторном отделе слухового анализатора под воздействием шума, развивается тугоухость [54, 65].

Не вызывает сомнений, что шум, является общебиологическим раздражителем и воздействует на все системы организма, вызывая при этом спазм

артерий и артериол повышение артериального давления, стенокардию, артериальную гипертензию, нарушение мозгового кровообращения [108, 124, 142]. До появления первых проблем со слухом организм реагирует на производственный шум астеноневротическим и астеновегетативным синдромом, которые приводят к быстрой утомляемости, снижению концентрации внимания и работоспособности, спазму периферических сосудов, изменению частоты пульса, головокружению, ослаблению сумеречного зрения, снижению глубины и частоты дыхания [32, 51].

Исследователи располагают убедительными данными о воздействии шума, превышающего гигиенические нормативы, на иммунную систему. Известно, что факторами риска развития тугоухости являются повышенное артериальное давление и высокий уровень холестерина, то есть признаки атеросклероза. Стимуляторами и триггерами этих нарушений в условиях производства являются воздействие шума и вибрации. В результате воздействия шума высокой интенсивности происходит стимуляция передней доли гипофиза, увеличение секреции надпочечниками стероидных гормонов, развитие вторичного иммунодефицита с инволюцией лимфоидных органов, а также значительными изменениями Т- и В-лимфоцитов в крови и костном мозге. Дополнительные элементы патогенетического воздействия шума выше 85 дБА включают нарушение нейроэндокринной регуляции [59].

Экспериментальные исследования по определению влияния низкочастотного шума интенсивностью 90 дБА, проведенные на лабораторных животных, показали, что одновременно активизируется Т-звено и угнетается В-звено иммунитета, данное явление может выступать в роли фактора риска развития аутоиммунной и аллергопатологии [17].

Вероятным хроническим эффектом шумового воздействия могут являться заболевания системы кровообращения, в частности артериальная гипертензия [63, 111, 120]. Существенная роль, как в развитии, так и в дальнейшем прогрессировании заболеваний сердечнососудистой системы наряду с соматическими, генетическими, экологическими и поведенческими факторами



риска, отводится производственным факторам [8]. В целом, несмотря на длительный период научного изучения проблемы воздействия производственных факторов на здоровье работников, по-прежнему производственно обусловленная артериальная гипертензия вносит существенный вклад в формирование инвалидизации населения трудоспособного возраста, существенно снижая качество жизни [26, 43, 46].

Ряд исследований показывает, что у работников, длительное время находившихся под воздействием сверхнормативных уровней шума, отмечаются более высокие показатели как диастолического, так и систолического артериального давления, по сравнению с теми, кто не был подвержен высокой шумовой нагрузке [102]. Другие авторы отмечают воздействие шума и напряженности трудового процесса как приоритет в формировании артериальной гипертензии у работников предприятий теплоэнергетики [50]. Возможной причиной поражающего действия высоких уровней производственного шума и фактором, обуславливающим риск развития патологии сердечнососудистой системы, является дислипидемия [20]. Проведенные исследования выявили наиболее выраженное нарушение липидного обмена в группах лиц, которые работали в условиях воздействия шума, превышавшего 99 дБА, при этом стаж работы в условиях воздействия шума, превышающего предельно допустимые уровни, составляет более десяти лет [101].

Предиктором сердечно-сосудистых событий признается эндотелиальная дисфункция [87, 119, 145]. Проведенная по результатам специальной оценки условий труда на рабочих местах гигиеническая оценка условий труда, с изучением состояния здоровья в рамках углубленного медицинского осмотра, позволяет утверждать, что для работников горно-обогатительной фабрики в условиях воздействия производственного шума выше 83 дБА нарушения регуляции сосудистого тонуса относятся к профессионально обусловленным: повышение активности липопротеина(а) (RR=2,22, EF=54,99%) и гомоцистеина (RR=5,68, EF=82,40%) в сыворотке крови. Накапливаясь в организме гомоцистеин повреждает эндотелий артерий и может служить фактором риска развития

атеросклероза [133, 138]. Кроме того, установлена профессиональная обусловленность ( $RR=7,18$ ) гипертонической болезни (МКБ: 111.9) в условиях воздействия шума [38].

Известно, что наиболее конкурентоспособными и динамично развивающимися отраслями экономики современной России являются горнодобывающая и металлургическая промышленность [21, 33]. Производственная среда металлургического производства связана с особыми условиями труда, представляющими по данным Международной организации труда источник опасности для работников [143]. Несмотря на практически повсеместную автоматизацию и компьютеризацию, горнодобывающее, горнообогатительное и металлургическое производство - объекты повышенной опасности с вредными и опасными условиями труда. По результатам оценки аттестации рабочих мест 68,5% металлургических заводов в России отнесены к предприятиям с вредными условиями труда, где доля рабочих мест с постоянным превышением гигиенических нормативов достигает 30% [32, 92]. В металлургическом производстве одним из ведущих неблагоприятных факторов в риске производственно обусловленной и профессиональной патологии является воздействие производственного шума во время выполнения технологических операций, являющихся основными. Внедрение новых технологий с форсированными параметрами скорости, мощности и нагрузки уже существующих технологических процессов, сопровождается увеличением уровней шума и вибрации [98]. Анализ клинико-лабораторных исследований, полученных при углубленном изучении состояния здоровья и изучение специфики условий труда работников металлургической промышленности свидетельствует, что длительная интенсивная шумовая экспозиция и в целом шумо-вибрационное комплексное воздействие - важнейший профессиональный фактор [103]. Некоторые исследования показывают, что, среди всех вредных факторов горнообогатительных фабрик, приоритетным является производственный шум, при этом некоторые виды оборудования являются источником особо интенсивного шума [23]. Наиболее высокие уровни шума 90-97

дБА с классом условий труда 3.3 отмечаются на участках и в производственных зонах работы дробильщиков. Эквивалентные уровни шума на рабочих местах слесарей-ремонтников зависят от типа обслуживаемого оборудования и в среднем превышают предельно-допустимые уровни на 7-11 дБА [84]. Профессиональная тугоухость установлена в 37,8% случаев у горнорабочих, занятых на работах по добыче медно-цинковых руд. Выявлены существенные изменения сосудов конъюнктивы глаза среди работников шумовых производств. В научной литературе приводятся доказательства того, что при воздействии шума в сочетании с вибрацией и физическими нагрузками на рабочих горнодобывающей и машиностроительной промышленности наблюдается увеличение концентрации глюкозы крови, уровня инсулина в крови и индексов инсулинорезистентности. Показатели углеводного обмена наиболее интенсивно изменяются при нейросенсорной тугоухости в сочетании с вибрационной патологией [12]. По данным ряда авторов при ранжировании по возрасту и стажу пациентов с профессиональной нейросенсорной тугоухостью выявлено, что средний возраст работающих составил  $55,8 \pm 0,4$  года, средний стаж работы на момент установления тугоухости –  $24,4 \pm 0,6$  года [100]. Аналогичного мнения придерживаются другие авторы, полагая, что в большинстве случаев тугоухость развивается у лиц со стажем более 20 лет в условиях воздействия сверхнормативных уровней шума, и средние сроки развития профессиональной тугоухости у дробильщиков составляют  $23,9 \pm 2,1$  года, слесарей-ремонтников –  $27,1 \pm 2,3$  года, машинистов мельниц и машинистов насосных установок –  $26,3 \pm 1,9$  года [56, 84]. Наряду с этим, анализ условий труда и производственных факторов, проведенный учеными-гигиенистами, показал, что при неизменной технологии производства и сохранении параметров условий труда, приемлемый риск (менее  $1 \times 10^{-3}$  [137]) сохраняется при стаже работ до четырех лет [10]. Ввиду того, что инвалидизация контингента работников происходит в относительно молодом возрасте, возникает ряд проблем не только медицинского, но и социального, а также, в значительной степени, экономического характера.

Среди работников металлургической отрасли промышленности, при сравнении с работниками горнодобывающей отрасли, заболеваемость профессиональной тугоухостью ниже, при этом доля НСТ в общей структуре профессиональной заболеваемости достаточно высока. Она составляет до 48,7% среди плавильщиков и литейщиков; до 47,4% среди электрослесарей, слесарей и рабочих иных профессий, при среднем стаже около двадцати семи лет [98]. По данным клинико-аудиологических исследований у 28,1% работников выявлено нарушение слуховой функции различной степени выраженности. В анализируемых профессиональных группах выявлена значительная доля лиц с признаками шумового воздействия на органы слуха (более 29% среди слесарей по ремонту оборудования и более 19% среди дробильщиков). Для большинства профессиональных групп работников фабрик по обогащению руды (машинист насосных установок, машинист мельниц, дробильщик, фильтровальщик, слесарь-ремонтник) относительный риск развития нарушений органа слуха, в виде нейросенсорной тугоухости, оценивается как высокий. Доля заболеваний по классу «болезни уха и сосцевидного отростка» (с преобладанием внутри класса двусторонней нейросенсорной тугоухости различной степени тяжести) составляет более 24% [84]. В значительной степени подвержены воздействию вредных и опасных производственных факторов и работники, занятые на основных технологических операциях предприятий нефтегазового комплекса. Так, воздействию повышенного уровня шума подвержены 40%, от общего числа работников, занятых в нефтедобыче, что приводит к высокому риску развития профессиональных заболеваний. Профессиональная потеря слуха выявлена в 16,5% случаев у работников нефтедобычи [39]. Проведенные клинико-инструментальные обследования контингента лиц, занятых деятельностью по добыче нефти, в ряде случаев показали наличие нескольких профессиональных заболеваний у одного сотрудника одновременно, данный факт может быть обусловлен сочетанным воздействием вредных факторов производства при добыче нефти [10]. Работники, в обязанности которых входит текущее обслуживание и эксплуатация скважин, находятся под воздействием комплекса

факторов, таких как химические вещества в воздухе рабочей зоны, неблагоприятные климатические условия, сверхнормативные уровни производственного шума. Шум на рабочих местах в нефтехимическом производстве широкополосный и постоянный [48]. По данным ряда авторов, при эксплуатации буровых установок газовой промышленности основными источниками производственного шума являются: его генерация на вышечном блоке за счет двигателей подъема и спуска бурильной колонны, лебедками буровыми, ротором, пневматической системой; работа насосного отделения – компрессоры, насосы, дизель, аварийные генераторы; работа системы циркуляции – вибросита, электроприводы, глиномешалки, конвейерные механизмы. Акустические методы измерения величины шумового воздействия сделали возможным выявление основных механизмов генерирующих шум, к ним были отнесены: насосный блок – 85 дБА; лебедочный блок – 92 дБА; компрессорный блок – 96 дБА; дизельный двигатель электрической станции – 107 дБА. По данным специальной оценки условий труда на рабочих местах буровых бригад отмечается десятипроцентное превышение норматива шумового воздействия на роторном столе, в силовом блоке и насосном отделении буровых установок. В результате представленного анализа уровней шумового воздействия, а также тяжести трудового процесса и напряженности труда на рабочих местах буровых установок нефтяной и газовой промышленности, исследователями выделены две группы по критерию риска формирования поражений органа слуха профессионального генеза – в первую группу включены работники с КУТ 3.3, для которых характерна высокая вероятность развития профессионального поражения органов слуха средней и легкой степени тяжести; ко второй группе отнесены работники (с КУТ 3.4), для которых характерен риск развития тяжелых форм профессиональной патологии [78]. В ходе рассмотрения общей картины наблюдается высокая степень профессиональной обусловленности заболеваний органов слуха и костно-мышечной системы, что указывает на их достоверную связь с воздействием условий труда [91]. Риск от действия шума расширяется в зависимости от стажа работы и экспозиционной дозы [48]. Наиболее часто у

нефтяников отмечается сочетание нейросенсорной тугоухости от воздействия шума и пояснично-крестцовой радикулопатии [91].

Всесторонняя гигиеническая оценка условий труда позволяет утверждать, что интенсивное воздействие производственного шума на уровне выше гигиенических нормативов отмечается и среди работающих в машиностроительной отрасли [100]. По мнению некоторых авторов, в условиях повышенных уровней производственного шума постоянно находятся 89,4% работников отдельных машиностроительных предприятий [30]. Согласуется с подобной оценкой и позиция других исследователей, поскольку анализ величины уровней факторов производственной среды, в сравнении с нормативными величинами показал, что в отношении значительной доли работников предприятий машиностроительной отрасли (более 57%) условия труда, относятся к вредным (первой, второй и третьей степени) [49]. К группе риска по развитию производственно обусловленных заболеваний ЛОР-органов отнесены работающие с проявлениями шумового воздействия на орган слуха – слесари механосборочных работ, фрезеровщики, токари, слесари-инструментальщики, резчики металла и др. У работников из группы риска средний возраст составил  $53,0 \pm 2,3$  года, а стаж работы в своей профессии – десять и более лет [14]. Характерно, что существенная величина риска потери профессиональной трудоспособности отмечается среди занятых на машиностроительном производстве наблюдается у мужчин, контактирующих с вредными производственными факторами более 25-29 лет [4]. Аналогичной точки зрения придерживаются и другие авторы, так как, по их мнению, повышенные уровни шума и вибрации являются основными негативными факторами рабочей среды и определяют условия труда в машиностроении [12]. В частности, некоторые авторы полагают, что факторы производственной среды, достоверно влияющие на вероятность развития нарушений репродуктивного здоровья у мужчин-работников машиностроения - воздействие шума и вибрации [93]. Шум на рабочих местах при уровнях звука  $87,7 \pm 4,5$  дБА достоверно влияет на уровни тестостерона в крови, что может быть связано с влиянием гипоталамо-

гипофизарной системы [5]. Для машинистов занятых на нефтехимических предприятиях под воздействием сверхнормативных уровней шума характерно достоверное изменение показателей, отражающих состояние сосудистого тонуса, рост показателей окислительного стресса, что при сопутствующем употреблении алкогольных напитков, курения и высоких значений индекса массы тела может обуславливать рост реализации профессионального риска развития артериальной гипертензии. Для машинистов, со стажем работы пять и более лет, расчетные величины риска оцениваются как потенциально опасные [37].

Оценивая роль гигиены труда как прикладной медицинской науки, призванной обеспечивать практику санитарного контроля теоретическими обобщениями для рационального проведения и повышения эффективности контрольных (надзорных) мероприятий [34] отметим, что идентификация факторов риска, прогнозирование риска возникновения патологии органов и систем, создание системы мониторинга факторов риска и инструментов управления риском являются важными направлениями в системе профилактики профессиональных заболеваний [93, 69, 83]. К основному направлению профилактических мероприятий в отношении минимизации сверхнормативных уровней шума относится внедрения на производстве санитарно-гигиенических и инженерно-технологических мер. Вместе с тем, хороши себя зарекомендовали такие меры как применение шумозащитных средств, реорганизация технологических процессов, а также медико-профилактические мероприятия. Базисом при разработке мер по профилактике шумового воздействия должна являться научно-обоснованная информация полученная из релевантных источников. Остается актуальным применение различных средств индивидуальной защиты органов слуха, таких как беруши, против шумные вкладыши, наушники и шлемы различных модификаций. В структуре профилактических мероприятий весомую долю занимает защита временем, в виде снижения суммарного времени непрерывной работы, путем введения регламентированных перерывов. Применение вышеуказанных средств, в большинстве случаев, позволяет снизить значения риска до приемлемых уровней [98]. Основу гигиенических мер

реабилитации лиц, находящихся под воздействием сверхнормативных уровней шума, составляет информация об учете отрицательного влияния шума на здоровье работников, а также данные о потенциально применимых мерах профилактики (как первичной, так и вторичной). К первостепенным научно-обоснованным принципам разработки и реализации направлений профилактики в рамках системы мер, направленных на укрепление и сохранение состояния здоровья работников, подвергающихся воздействию сверхнормативных уровней шума, относятся ранняя диагностика и последующая коррекция как функциональных, так и органических отклонений со стороны органов слуха и всего организма с целью максимально возможной пролонгации периода профессиональной трудоспособности [56].

Таким образом, воздействие сверхнормативных уровней производственного шума на здоровье работников различных отраслей промышленности является значимым фактором развития профессиональной заболеваемости. Помимо этого, воздействие на работников сверхнормативных уровней шума является причиной роста распространенности болезней, связанных с условиями труда среди различных профессиональных групп. Это требует проведения детального гигиенического анализа с применением современных методов количественной оценки профессионального риска, что определило цель настоящего исследования.



## ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлись условия труда, состояние здоровья работников, предметом исследования – формирование профессионального риска под воздействием производственных факторов, причинно-следственные связи развития заболеваний, математические модели «экспозиция-ответ».

Количественная характеристика объектов, материалов, методов и объемов исследования представлена в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Объекты, материалы, методы и объем исследований

Объект /предмет исследования	Материалы и методы исследований	Объем исследований
Релевантные источники научной информации (статьи, материалы конференций)	Теоретические приемы научного познания – гипотетико-дедуктивный метод и общелогические методы анализа, синтеза, аналогии, обобщения и сравнения	126 источников информации, в том числе, 23 зарубежных
Условия труда работников	Гигиеническая оценка факторов рабочей среды (шум, вредные вещества в воздухе рабочей зоны, вибрация, тяжесть трудового процесса) по результатам СОУТ, ПЛК и мониторинговых исследований воздуха рабочей зоны	102 карты оценки 249 рабочих мест по 11 факторам трудового процесса; 120 исследований содержания в воздухе сероводорода, бензола, ксилола, толуола
Состояние здоровья работников	Анализ структуры заболеваемости на предприятиях в отношении развития ПЗ и БСУТ, по данным ПМО и врачебного обследования, в том числе углубленного (КИГ, эхокардиография, УЗИ БЦА, определение гидроперекиси липидов, малонового диальдегида плазмы, мочевой кислоты)	Информация о заболеваемости 749 работников по четырем нозологическим формам, в том числе с использованием данных углубленного обследования для 293 работников
Причинно-следственные связи нарушения здоровья работников с условиями труда	Эпидемиологический анализ связи уровней шума и состояния здоровья работников по величинам RR, CI и EF (394 работников групп наблюдения, 355 работников групп сравнения)	39 показателей относительного риска, полученных в ходе анализа заболеваемости работников - 390 единиц информации

Окончание таблицы 2.1

1	2	3
Риск для здоровья в условиях воздействия производственных факторов	Расчет фактических (на групповом и персональном уровнях) и прогнозных значений профессионального риска (на персональном уровне с использованием параметров зависимости «экспозиция – стаж – возраст - ответ»)	Показатели группового риска для более 400 работников; 6 параметров зависимости «экспозиция – стаж – возраст - ответ»; 534 показателя персонального риска - более 11500 единиц информации
Уточненные категории уровней риска для здоровья в условиях воздействия производственных факторов	Уточнение отнесения существующих и прогнозных уровней риска, рассчитанных с использованием параметров модели «экспозиция – стаж – возраст – ответ», к той или иной категории с использованием теории нечетких множеств	Уточнение категории для 432 значений персонального профессионального риска; расчет 886 значений функции принадлежности - более 19000 единиц информации

В отношении шумового фактора была проведена, гигиеническая оценка условий труда на рабочих местах предприятий, относящихся к машиностроительной, нефтедобывающей, горнодобывающей и металлургической отраслям (на примере Пермского края). Гигиеническая оценка условий труда, с целью последующей оценки уровня априорного профессионального риска, проводилась на основании данных, полученных в ходе проведения специальной оценки условий труда, информации о результатах производственного лабораторного контроля за уровнями факторов трудового процесса и производственной среды.

Дальнейшая оценка связи заболеваемости с профессией, проведена на основании данных клинических (клиника профессиональной патологии под руководством к.м.н. Власовой Е.М.) и клинико-лабораторных исследований (отдел биохимических и цитогенетических методов диагностики под руководством д.м.н. Земляновой М.А.), полученных при содействии сотрудников ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, а также информации об

установленных случаях профессиональных заболеваний была проведена для 749 работников предприятий Пермского края. Из них в группы наблюдения были включены 394 работника, занятые на пяти промышленных предприятиях; 355 человек, работающих на данных предприятиях, включены в группы сравнения.

Основным критерием включения работников в группу сравнения являлось отсутствие воздействия недопустимых уровней производственного шума на работников (отнесение условий труда по фактору «шум» к первому или второму классу).

Информация о группах наблюдения и сравнения внутри одной отрасли промышленности представлена в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристика уровней шума на рабочих местах лиц, включенных в группы наблюдения и сравнения

Тип промышленности	Группа	Количество человек	Возраст (лет)	Стаж (лет)	Уровень шума (дБА)
Машиностроение	Наблюдение	33	47,30±2,39	16,85±2,38	86,09±1,14
Машиностроение	Сравнение	30	38,73±2,23	19,03±2,34	74,67±0,47
Нефтедобывающая промышленность	Наблюдение	179	39,79±0,75	12,70±0,74	81,82±0,10
Нефтедобывающая промышленность	Сравнение	259	37,92±0,65	12,59±0,57	71,39±0,29
Горнодобывающая промышленность	Наблюдение	139	36,63±0,52	7,29±0,45	89,19±0,22
Горнодобывающая промышленность	Сравнение	53	40,23±1,36	5,75±0,95	64,23±0,50
Металлургия	Наблюдение	43	41,74±1,22	22,58±2,18	83,05±0,40
Металлургия	Сравнение	13	41,08±2,41	22,69±2,91	74,92±0,28

На анализируемых предприятиях профессиональный состав работников, подвергающихся воздействию производственного шума, представлен следующими основными профессиональными группами: машинист крана (металлургического производства), занятый на горячих работах; машинист горных выемочных машин; подручный сталевара конвертера; машинист транспортировщик горячего металла; слесарь-ремонтник; оператор товарный; оператор добычи нефти и газа; подручный сталевара мартеновской печи;

разливщик стали; слесарь-испытатель; сталевар мартеновской печи; заточник; обрубщик литья; электрогазосварщик и др.

С целью верификации результатов СОУТ в одном из подразделений нефтедобывающей промышленности проведены выборочные исследования по определению фактических уровней производственного шума на рабочих местах операторов добычи нефти и газа. На производственных объектах проведены лабораторно-инструментальные исследования воздуха рабочей зоны методом хромато-масс-спектрометрии с целью идентификации химического состава веществ. Отбор пробы воздуха проводился с использованием сорбционных трубок с наполнением сорбентом TA Tenax. Определение веществ в отобранных пробах воздуха выполнены на газовом хроматографе (Agilent 7890 A) с селективным детектором (5975 C) при помощи колонки капиллярной HP-5MS 30m×0,25mm×0,25µm и термодесорбера Unity.

Среди обнаруженных химических веществ присутствуют углеводороды предельные, углеводороды ароматические и циклопарафины.

Одной из групп химических веществ, присутствующих в воздухе рабочей зоны лиц, занятых сбором продукции со скважин и подготовкой нефти являются углеводороды ароматические.

В соответствии с полученными результатами идентификации выполнены мониторинговые исследования по определению содержания в воздухе рабочей зоны углеводородов ароматических (ксилол, толуол, бензол, этилбензол).

С учетом имеющейся информации об органах и мишенях, преимущественно поражаемых в результате воздействия производственного шума проведено обследование работников предприятий. Обследование включало оценку состояния организма работников, выполненную специалистами ФБУН «ФНЦ Медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Роспотребнадзора по следующим направлениям:

1. Клиническое обследование с оценкой состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, органов слуха.

2. Изучение особенностей функционирования сердечно-сосудистой системы (автоматизма, возбудимости, проводимости и сократимости сердца) с помощью стандартной методики электрокардиографии.

На одном из подразделений нефтедобывающей промышленности с целью углубленного изучения состояния заболеваемости дополнительно проведены: ультразвуковое исследование брахиоцефальных артерий, эхокардиография, кардиоинтервалография с ортостатической пробой; определение мочевой кислоты, мочевой кислоты в сыворотке крови, малонового диальдегида – в плазме крови унифицированными методами.

При выполнении работы, помимо использования комплекса аналитических, гигиенических, эпидемиологических, статистических, математических методов, применяли разработанные методические подходы к оценке профессионального риска здоровью работников на групповом и персональном уровнях (Таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Алгоритм оценки и прогнозирования персональных уровней профессионального риска

№ п.п.	Этап	Содержание этапа
1	2	3
1	Априорная (гигиеническая) оценка профессионального риска для работников, находящихся под воздействием шума выше 80 дБА	– Анализ результатов СОУТ и (или) результатов производственного лабораторного контроля; – Категорирование риска в соответствии с классом условий труда по руководству Р 2.2.1766-03.
2	Апостериорная количественная оценка группового профессионального риска с учетом оценки связи состояния здоровья с условиями трудового процесса. ( $R^i = R^i_{\text{доп}} \cdot G^i$ )	– Оценка связи БСУТ с воздействием производственного шума с использованием значений относительного риска (RR), нижней границы доверительного интервала RR (CI), этиологической доли ответов (EF) для установления доказанности риска; – Расчет дополнительной вероятности развития ПЗ; – Расчет дополнительной вероятности развития БСУТ (при наличии связи); – Расчет уровней группового риска с учетом тяжести последствий.
3	Апостериорная количественная оценка персонального профессионального риска с использованием данных регрессионного анализа	– Расчет и прогнозирование уровней персонального риска с использованием параметров математической модели, отражающей зависимость «экспозиция-стаж-возраст-ответ»

## Окончание таблицы 2.3

1	2	3
4	Уточнение категории персонального риска здоровью с использованием теории нечетких множеств	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расчет точек трапециевидных чисел для каждой категории риска;</li> <li>– Расчет значений функции принадлежности к трапециевидным числам для полученных величин персонального риска.</li> </ul>

Определение связи уровня заболеваемости с трудовой деятельностью проводилась для работников, на рабочих местах которых уровни априорного профессионального риска относятся к категориям неприемлемого риска.

Производственная обусловленность, в отношении выявленных у работников нарушений здоровья определялась по величине относительного риска и этиологической доли в соответствии с руководством Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационные и методические основы, принципы и критерии оценки». Обработка полученных результатов проводилась с применением пакета прикладных программ Statistica 10 и MicrosoftExcel 2010.

При оценке связи уровня заболеваемости профессиональными заболеваниями (нейросенсорной тугоухостью) в группе экспонированных работников с воздействием производственного шума были использованы показатели, закрепленные в руководстве Р 2.2.1766-03, такие как относительный риск (RR), границы доверительного интервала относительного риска (CI) и этиологическая доля ответов (EF>33). В то же время при оценке связи заболеваний, потенциально связанных с условиями труда, к которым по отношению к шуму являются другие расстройства вегетативной (автономной) нервной системы (G90.8) - мигрень (G43) и артериальная гипертензия (I10–I15), дополнительно использован показатель отношения шансов (OR), который позволяет сравнить вероятности развития и отсутствия заболевания, показывая во сколько раз отличается шанс развития заболевания при наличии воздействующего фактора (производственного шума) и при отсутствии данного воздействия.

Данный показатель обычно применяется для групп лиц с малой распространенностью заболевания.

Расчет эпидемиологических показателей проводили по формулам:

Показатель этиологической доли (EF):

$$EF = \frac{(RR-1)}{RR} \times 100, \text{ где} \quad (2.1)$$

RR – относительный риск.

Значение относительного риска рассчитывалось по формуле:

$$RR=(A*(C+D)/C*(A+B)), \text{ где} \quad (2.2)$$

A – количество работников группы наблюдения, у которых регистрируется заболевание;

B – количество работников группы наблюдения, у которых не регистрируется заболевание;

C – количество работников группы сравнения, у которых регистрируется заболевание;

D – количество работников группы сравнения, у которых не регистрируется заболевание.

Для оценки достоверности полученных значений относительного риска использовались значения доверительного интервала относительного риска:

$$\text{Верхняя граница (RR)}=e^{(\ln(RR)+1,96*\sqrt{(B/(A*(A+B))+D/(C(C+D)))})};$$

$$\text{Нижняя граница (RR)}=e^{(\ln(RR)-1,96*\sqrt{(B/(A*(A+B))+D/(C(C+D)))})}.$$

Дополнительно использован показатель отношения шансов (OR) для групп лиц с малой распространенностью заболевания:

$$OR=(A*D)/(B*C)$$

Для оценки достоверности полученных значений отношения шансов использовались значения доверительного интервала относительного риска:

$$\text{Верхняя граница (OR)}=e^{(\ln(RR)+1,96*\sqrt{((1/A)+(1/B)+(1/C)+(1/D)))}};$$

$$\text{Нижняя граница (OR)}=e^{(\ln(RR)-1,96*\sqrt{((1/A)+(1/B)+(1/C)+(1/D)))}}.$$

Оценка профессионального риска для здоровья проведена для работников нефтедобывающей отрасли (операторов по добыче нефти и газа) с неприемлемыми уровнями производственного шума на рабочих местах.

В группу наблюдения вошли 179 работников, непосредственно связанных со сбором продукции скважин и предварительной подготовки нефти, средний уровень шума на рабочих местах которых составил – 81,8 дБА.

Группу сравнения составили 259 работников (инженерно-технический персонал и операторы по добыче нефти и газа) с уровнем шума на рабочих местах менее 80 дБА (средний уровень шума – 71,4 дБА).

Расчет группового и индивидуального профессионального риска проводили путем произведения вероятности развития заболевания на его тяжесть. При расчете количественных значений группового риска в качестве вероятности развития заболеваний использовалась частота развития заболеваний в группе наблюдения, с учетом частоты в группе сравнения. Вероятность развития заболеваний в группах наблюдения ( $p_{\text{набл.}}$ ) и сравнения ( $p_{\text{сравн.}}$ ) рассчитывали по отношению числа заболеваний в группе ( $N_{\text{заболеваний}}$ ) к численности группы ( $N_{\text{раб.}}$ ).

При расчете количественных значений персонального профессионального риска вероятность развития заболеваний рассчитывали с использованием логистической регрессионной модели, учитывающей стаж и возраст работников, а так же уровни производственного шума на рабочих местах (формула 2.3).

Проведение параметризации модели «экспозиция–стаж–возраст–ответ» для последующего расчета вероятности негативных ответов (в том числе прогнозных), выполнено методом наименьших квадратов с применением программы статистического анализа данных (Statistica 10.0).

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3)}}, \text{ где} \quad (2.3)$$

$P$  – вероятность развития заболевания;

$X_1$  – уровень шума (дБА);

$X_2$  – стаж (лет);

$X_3$  – возраст (лет);



$b_0, b_1, b_2$  – параметры модели.

Адекватность полученной модели и ее достоверность оценивали на основе однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера (критическое значение Хи-квадрат для уровня значимости  $p \leq 0,05$  равно 3,84).

Категорирование полученных количественных значений профессионального риска проведено с использованием предлагаемых критериев категорирования, представленных в Таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Критерии для категорирования уровней риска по результатам его количественной оценки

Уровни профессионального риска	Категория профессионального риска
Менее $1 \cdot 10^{-4}$	Пренебрежимо малый риск
$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$	Малый риск
$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$	Умеренный риск
$1 \cdot 10^{-2} - 3 \cdot 10^{-2}$	Средний риск
$3 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$	Высокий риск
$1 \cdot 10^{-1} - 3 \cdot 10^{-1}$	Очень высокий риск
$3 \cdot 10^{-1} - 1$	Экстремально высокий риск

Данные уровни риска отображены в виде шкалы на числовой прямой (Рисунок 2.1).

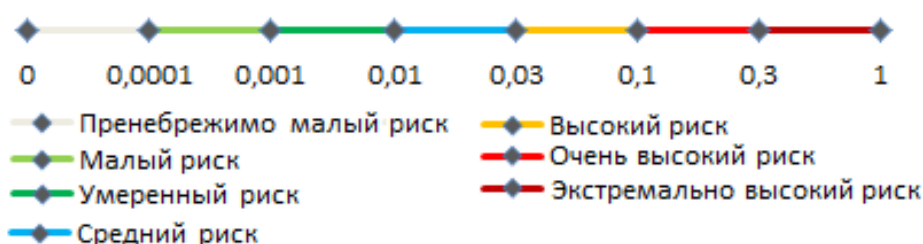


Рисунок 2.1 – Шкала уровней профессионального риска для здоровья работников

Дальнейшее уточнение категории риска с целью выделения работников, для которых наиболее высока вероятность перехода в следующую категорию риска или напротив, снижения категории риска, проведено с использованием вероятностных методов (теории нечетких множеств [149]). Данный метод применим для целей оценки негативных воздействий, обуславливающих

негативные эффекты, в виде причиненного вреда здоровью [105, 107, 116, 123, 126, 148]. С целью необходимости уточнения категории риска для детерминированных оценок проведен расчет точек, характеризующих категории риска в виде трапециевидных интервалов (нечетких чисел). Построение интервалов для каждой категории риска, состоящих из четырех точек, характеризующих степень принадлежности, полученных значений персонального профессионального риска к той или иной категории риска, проведено по формулам 2.2 – 2.5:

$$T_1 = a_2 - (a_2 - a_1) \times 0,25; \quad (2.4)$$

$$T_2 = a_2 + (a_3 - a_2) \times 0,25; \quad (2.5)$$

$$T_3 = a_3 - (a_3 - a_2) \times 0,25; \quad (2.6)$$

$$T_4 = a_3 + (a_4 - a_3) \times 0,25; \text{ где} \quad (2.7)$$

$T_1$ – $T_4$  – точки, определяющие трапециевидный интервал категории риска;

$a_1$  – верхняя граница предыдущего интервала риска;

$a_2$  – нижняя граница текущего интервала риска (интервала для которого определяются точки трапеции);

$a_3$  – верхняя граница текущего интервала риска;

$a_4$  – нижняя граница последующего интервала риска.

Применение метода расчета трапециевидных нечетких чисел позволяет количественно охарактеризовать принадлежность величины персонального риска к той или иной категории, причем, если значение величины риска принадлежит основанию трапециевидного числа (лежит в диапазоне от  $T_2$  до  $T_3$ ), то ее степень принадлежности к соответствующей категории риска равна 1 (вероятность отнесения риска к данной категории 100%). В других случаях (когда величина риска лежит в диапазонах от  $T_1$  до  $T_2$  и от  $T_3$  до  $T_4$ ) отнесение риска к той или иной категории определяется функцией принадлежности.

Реализация данного метода осуществляется с помощью определения функции принадлежности ( $\mu(x)$ ) к трапециевидному нечеткому числу, характеризующему степень принадлежности уровней риска к определенной категории; проводится вероятностная оценка принадлежности полученных

значений риска к определенной категории. Для определения функции принадлежности для каждого значения персонального риска выполнено решение следующей системы уравнений (2.6):

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < T_1 \\ \frac{x-T_1}{T_2-T_1}, & \text{если } T_1 \leq x < T_2 \\ 1, & \text{если } T_2 \leq x \leq T_3 \\ \frac{x-T_4}{T_3-T_4}, & \text{если } T_3 < x \leq T_4 \\ 0, & \text{если } x > T_4 \end{cases} \quad (2.8)$$

С учетом полученных оценок функций принадлежности значений персонального профессионального риска к трапециевидным нечетким числам выполнено определение веса категории риска ( $P_k$ ) по формуле (2.7):

$$P_k = \sum_i q_i \cdot \mu_{ki} \left( R_{ПЗ(БСР)}^{nпроф} \right), k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \quad (2.9)$$

где:  $q_i$  – вклад категории риска; ( $i$ ) в общую величину риска;  $k$  – степень значимости категории риска.

Весовой вклад риска категории  $i$  в общий уровень риска ( $q_i$ ) рассчитывали с помощью формулы Фишберна [114] (2.8):

$$q_i = \frac{2(n-i+1)}{(n+1)n}, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \quad (2.10)$$

где  $n$  – количество категорий риска.

Расчет суммы средин интервалов трапециевидных нечетких чисел для всех диапазонов риска  $\sum \bar{r}_k$  по формуле 2.9:

$$\sum \bar{r}_k = \sum \left( T_{4k} - \frac{(T_{4k} - T_{1k})}{2} \right), \quad (2.11)$$

По формуле (2.10) устанавливалась степень тяжести уточненного риска:

$$SR_k = \sum_{k=1}^7 \bar{r}_k \cdot P_k \quad (2.12)$$

где:  $\bar{r}_k$  – середина каждого диапазона шкалы значений степени риска;

$P_k$  – вес категории риска;  $SR_k$  – значение для уточнения категории профессионального риска, обусловленного развитием заболеваний.

Таким образом, дополнение существующих методов оценки профессионального риска необходимо для проведения научно-обоснованной оценки уровней персонального профессионального риска для здоровья работников, подверженных воздействию вредных производственных факторов. Предложенный алгоритм позволяет оценить как фактические, так и прогнозные значения профессионального риска и предполагает использование в качестве инструмента оценки, который развивает и дополняет принятую схему оценки профессиональных рисков, позволяет проводить планирование профилактических мероприятий с позиций доказанности, количественной характеристики риска и научной обоснованности полученных результатов.

## ГЛАВА 3 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ УСЛОВИЙ ТРУДА И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ОСНОВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ)

### 3.1 Оценка воздействия производственного шума на здоровье работников различных отраслей промышленности

Установлено, на основании данных Росстата, что по распространенности производственный шум является ведущим среди вредных производственных факторов, превышающих ПДУ, на территории Российской Федерации<sup>1</sup> (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Удельный вес работников организаций, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, по отдельным видам экономической деятельности

Промышленность	Занятые на работах с вредными условиями труда, %	Из них занятые под воздействием факторов производственной среды и трудового процесса, %										
		Химического фактора	Биологического фактора	АПФД	Шума, ультразвук, инфразвук	Вибрации (общей и локальной)	Неионизирующее излучение	Ионизирующее излучение	Микроклимата	Световой среды	Тяжести	Напряженности
Добыча полезных ископаемых	55,1	9,2	0,2	12,1	32,9	12,5	1,7	0,1	2,6	2,6	35,7	3,5
Добыча нефти и природного газа	33,6	7,4	0,3	0,5	18,5	2,3	1,1	0,1	0,3	0,5	19,4	0,8
Добыча прочих полезных ископаемых	60,4	8,5	0,1	19,8	37,1	17,4	2,2	0,1	1,4	1,3	30,5	4,6
Производство металлургическое	70,1	25,9	0,3	23,6	51,1	8,6	4,2	1,2	17,2	7,3	38,3	5,1
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	34,5	11,1	0,1	4,7	20,5	2,7	2,2	0,2	2,5	1,7	18,1	1,3

<sup>1</sup> Удельный вес работников организаций, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, по отдельным видам экономической деятельности (без субъектов малого предпринимательства; на конец 2020 года) по данным Росстата. Электронный ресурс [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/yc22yvLa/vred1b\\_2020.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/yc22yvLa/vred1b_2020.xlsx) (дата обращения 28.01.2022)

Пермский край является территорией с развитым промышленным сектором, по показателю агрегированного индекса производства по следующим формам хозяйственной деятельности – обрабатывающие производства; добыча полезных ископаемых; обеспечение электрической энергией, газом и паром. На момент 2020 года агрегированный индекс составил 97,5, в то же время величина индекса по Приволжскому федеральному округу составляет 98,0, общероссийский показатель – 97,9. На территории Пермского края расположены крупнейшие предприятия, относящиеся к добывающей, нефтегазовой, металлургической, машиностроительной и другим видам промышленности.

В ходе анализа данных Роспотребнадзора и ведомственных санитарно-промышленных лабораторий установлено, за период с 2019 по 2021 гг. [42] существенного изменения состояния рабочих мест промышленных предприятий по уровню воздействия производственного шума на организм работников не произошло. В целом, на территории Пермского края, сохраняется тенденция к снижению доли рабочих мест, с превышением нормативных величин по фактору «шум» (Таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Доля рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам по фактору «шум», на промышленных предприятиях по данным Роспотребнадзора

Источник информации	Удельный вес рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам, %				
	2019	2020	2021	Темп прироста к 2019 г., %	РФ, 2020
Лаборатории Роспотребнадзора	19,6	19,4	20,0	2,0	14,8
Ведомственные санитарно-промышленные лаборатории	27,6	35,3	33,3	20,6	14,8

В период с 2019 по 2021 годы доля рабочих мест, с превышением нормативных величин по фактору «производственный шум», по данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, составила до 20% в 2021 году. В отношении производственного шума темп прироста доли рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам, составил 2%. Схожая картина в отношении производственного шума наблюдается по результатам лабораторно-

инструментальных исследований ведомственных испытательных лабораторных центров.

По данным ведомственных лабораторий лидирующую позицию среди факторов, превышающих нормативные величины, также занимает производственный шум, выявленная доля рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам существенно больше (до 35,3%). Наблюдается увеличение рабочих мест, с превышением нормативных величин по фактору «шум». Темп прироста по показателю «производственный шум» составил 20,6%.

Таким образом, лидирующую позицию среди факторов, воздействующих на работников, по доле выявленных рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам, занимает производственный шум, что подтверждается результатами лабораторных исследований как лабораторий Роспотребнадзора, так и ведомственных лабораторий. Помимо этого следует отметить, что по результатам исследований, выполненных ведомственными лабораториями, наблюдается рост доли рабочих мест, с превышением нормативных величин, по фактору «производственный шум».

Производственный шум на уровне выше допустимого потенциально способен оказывать негативное воздействие на здоровье работников, выражающееся в увеличении уровней профессиональной заболеваемости и заболеваемости болезнями, связанными с условиями труда, что подтверждается данными о структуре профессиональной патологии, в отношении заболеваний, развивающихся под воздействием виброакустических факторов (Таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Структура профессиональной патологии, в отношении заболеваний, развивающихся под воздействием виброакустических факторов

Наименование заболеваний	Удельный вес заболеваний, %			
	2019	2020	2021	Темп прироста к 2019 г., %
Вибрационная болезнь	49,3	37,0	27,1	-22,2
Нейросенсорная тугоухость	14,5	21,7	18,8	+29,7

Нейросенсорная тугоухость и вибрационная болезнь остаются приоритетными профессиональными заболеваниями, развивающимися под воздействием виброакустических факторов. За анализируемый временной период отмечается прирост заболеваемости нейросенсорной тугоухостью. При сравнении удельного веса заболеваний за период 2019-2021 гг. в отношении вибрационной болезни наблюдается снижение удельного веса (темп убыли - 22,2%), а в отношении нейросенсорной тугоухости значительный рост (темп прироста +29,7%). Данная тенденция совпадает с результатами оценки производственной среды в отношении шума, по данным ведомственных лабораторий. Однако наблюдаются расхождения в оценке тенденции доли рабочих мест с превышением нормативных величин по данным лабораторий Роспотребнадзора и ведомственных лабораторий, что делает актуальным детальное изучение влияния производственного шума на развитие заболеваний у работников.

В 2020 году в Пермском крае наиболее значимый удельный вес профессиональных заболеваний отмечен среди работников предприятий обрабатывающих производств (в том числе машиностроения) – 34,8%; на работников занятых в сферах сельского хозяйства и добычи полезных ископаемых приходится более 34% от общего количества профессиональных заболеваний, зарегистрированных впервые. В ходе анализа распределения профессиональной заболеваемости по формам хозяйственной деятельности установлено, что высокая заболеваемость характерна для предприятий занятых добычей полезных ископаемых, а также сельским и лесным хозяйством, уровень заболеваемости составил 4,4 и 4,7 на 10 000 работников соответственно [7].

Таким образом, контингент работников добывающих отраслей является одним из приоритетных для проведения оценки и дальнейшего категорирования профессионального риска, обусловленного воздействием шума. С целью дальнейшей детализации влияния условий производственной среды на здоровье работников был определен контингент лиц, рабочие места которых обладают сходным набором производственных факторов.



### **3.1.1 Гигиеническая оценка уровня производственных факторов на рабочих местах предприятия горной промышленности.**

Работники при выполнении подземных работ подвергаются сочетанному влиянию общей и локальной вибрации, производственного шума, сильвинита (в воздухе рабочей зоны) и производят работы в условиях отсутствия естественной освещенности.

В ходе анализа информации о результатах специальной оценки условий труда выявлено, что, в соответствии с критериями руководства Р 2.2.2006-05, условия труда машинистов горновыемочных машин классифицируются как вредные на всех рабочих местах.

Отмечено наличие комбинированного влияния факторов производственной среды и трудового процесса. Наиболее значимое влияние на трудящихся оказывают тяжесть трудового процесса, производственный шум, сильвинит в воздухе рабочей зоны, подземные работы.

Уровни производственного шума находятся в диапазоне от 83 до 94 децибел, максимальное превышение допустимого уровня составляет 14 децибел. Максимальная концентрация пыли сильвинита в воздухе рабочей зоны превышает установленный норматив в 12 раз, отсутствует естественное освещение.

Отдельно следует отметить особенности выполнения функциональных обязанностей работниками, для них характерны: высокое значение последствий ошибок при нарушении алгоритма работ; наличие риска для собственной жизни; ответственность за причинение вреда другим лицам; сменный режим работы, подразумевающий выполнение трудовых обязанностей в ночное время. Несмотря на вышперечисленное, по итогам СОУТ напряженность трудового процесса относится к допустимому классу условий труда (Таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Классы условий труда по результатам специальной оценки условий труда на рабочих мест работников, занятых на выполнении подземных горных работ, и работников, занятых трудовой деятельностью на поверхности согласно Р 2.2.2006-05

Профессии	Класс условий труда по интенсивности воздействия факторов							Общая оценка
	Химический	Вибрация (общ; лок)	Шум (экв.)	Микроклимат	Световая среда	Тяжесть труда	Напряженность труда	
Машинист ГВМ	3.3	2	3,1-3.2	3.1	3.1	2	2	3.3
Работники, занятые профессиональной деятельностью на поверхности	2	-	-	3.1	3.1	2	2	3.1

В отношении лиц, выполняющих свои трудовые обязанности на поверхности, в ходе СОУТ условия труда классифицированы как вредные первой степени на более 47% рабочих мест; условия труда на более 52% рабочих мест классифицируются как допустимые. Превышения установленных нормативов отмечены в отношении параметров световой седы и микроклиматических условий.

Рабочие места группы наблюдения характеризуются сходными условиями труда, работники выполняют однотипные профессиональные обязанности. Условия труда машинистов горновыемочных машин при комплексной оценке относятся к вредным третьей степени, что соответствует высокому (непереносимому) риску по результатам априорной оценки. На рабочих местах машинистов горновыемочных машин условия труда по фактору «производственный шум» отнесены к вредным условиям труда первой или второй степени (КУТ 3.1 и 3.2). Априорный профессиональный риск, обусловленный воздействием производственного шума, отнесен к категориям от умеренного до существенного риска.

### 3.1.2 Оценка уровня заболеваемости болезнями, потенциально связанными с воздействием шума среди работников предприятия горнодобывающей отрасли

На основе проведенного обследования работников горнодобывающей отрасли установлена частота встречаемости заболеваний, потенциально обусловленных воздействием шума, среди экспонированных работников (Рисунок 3.1).

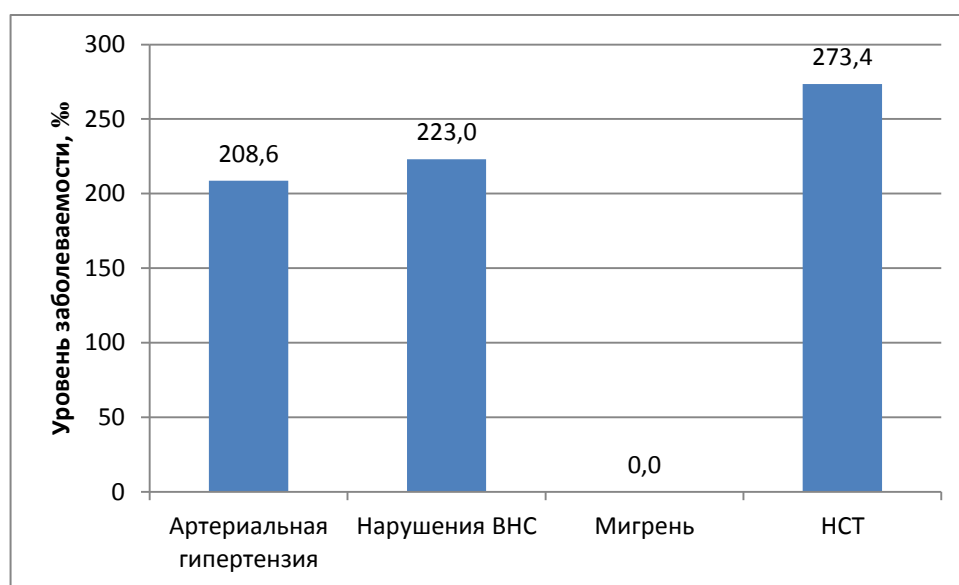


Рисунок 3.1 – Частота встречаемости заболеваний среди работников горнодобывающей промышленности, подверженных воздействию производственного шума, на уровне выше гигиенических нормативов

Среди работников группы наблюдения горнодобывающей промышленности регистрируются артериальная гипертензия, расстройства вегетативной нервной системы, нейросенсорная тугоухость. Наибольшая частота встречаемости отмечается в отношении нейросенсорной тугоухости (208,6‰), далее следуют расстройства вегетативной нервной системы (223,0 ‰) и артериальная гипертензия (208,6‰).

### 3.1.3 Гигиеническая оценка уровня производственных факторов на рабочих местах предприятия металлургической отрасли промышленности

К факторам, оказывающим негативное воздействие на работников металлургической промышленности, относятся аэрозоли и химические вещества в воздухе рабочей зоны, нагревающий микроклимат, тяжесть трудового процесса, вибрация, производственный шум, воздействие инфракрасного излучения. Отмечено наличие комбинированного влияния факторов производственной среды и трудового процесса. Наиболее значимое влияние на работников оказывает химический фактор, включающий в себя вещества, обладающие раздражающим действием и АПФД.

В ходе гигиенической оценки уровней факторов трудового процесса и производственной среды были использованы данные производственного лабораторного контроля в воздухе рабочей зоны.

Цех 1 предназначен для выплавки стали различных марок, получения полупродукта и шлака ванадия. По данным о содержании химических веществ в воздухе рабочей зоны установлено наличие дижелезо триоксида, углерод оксида, диванадий пентоксида, марганца оксида, ванадийсодержащих шлаков, азота монооксида, кремния диоксида. Лидирующие позиции по степени влияния здоровье работников среди химических веществ занимают падь шлака ванадийсодержащего (максимальные концентрации превышают установленный норматив в 14 раз), марганца оксид (максимальные концентрации превышают установленный норматив в 7 раз), диванадий пентоксид (максимальные концентрации превышают установленный норматив в 1,2 раза), кремния диоксид (максимальные концентрации превышают установленный норматив в 2 раза). Существенную роль в оказании потенциального влияния на здоровье трудящихся оказывает работа в условиях нагревающего микроклимата. Максимальные значения величины инфракрасного излучения составляют более  $1900 \text{ Вт/м}^2$ , температура воздуха лежит в диапазоне от 28 до 42 градусов, отклонение от

нормативных величин обуславливает итоговую оценку условий труда как вредных, с отнесением к третьей и четвертой степени вредности. Уровни производственного шума превышают установленный норматив на 7 децибел. Значительная часть рабочих задействована на работах с повышенной тяжестью трудового процесса.

Цех 2 является заключительным звеном ванадиевого передела и производит товарный феррованадий. Как и в дуплекс цехе, выполнению всех технологических процессов и операций сопутствует выделение значительного количества химических веществ в воздух рабочей зоны (пятиокись ванадия, пыль ванадиевого шлака, углерода оксид). Помимо этого, на рабочих местах цеха присутствуют пары серной и азотной кислот.

Наиболее часто фиксируются содержание в воздухе рабочей зоны в концентрациях, превышающих ПДК: диванадий пентоксида (превышение ПДК в 1,1-5,2 раза); ванадий содержащих шлаков (пыль) – превышение ПДК в 1,3-19,3 раза; а так же серной кислоты (превышение ПДК в 1,1-4,8 раза). На ряде рабочих мест на работников воздействует нагревающий микроклимат. Максимальные значения величины инфракрасного излучения составляют более 1900 Вт/м<sup>2</sup>, температура воздуха лежит в диапазоне от 30 до 38 градусов, отклонение от нормативных величин обуславливает итоговую оценку условий труда как вредных, с отнесением к диапазону от первой до четвертой степени вредности включительно. Уровни производственного шума превышают установленный норматив на 15 децибел. Большая часть рабочих задействована на работах с повышенной тяжестью трудового процесса.

Установление величины класса условий труда и гигиеническая оценка рабочих мест выбранных цехов, по критериям руководства Р 2.2.2006–05 представлены в Таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Классы условий труда на рабочих работников металлургической промышленности, подверженных воздействию производственного шума, на уровне выше гигиенических нормативов

Профессия	Производственные факторы								
	АПФД	Химический фактор	Шум	Вибрация	Микро-климат	Освещение	Тяжесть	Напряженность	Общий класс условий труда
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сталевар конвертеров	3.2	3.1	3.2	-	3.4	3.2	3.1	3.1	3.4
Подручный сталевара конвертера	3.4	3.2	3.2	-	3.4	3.2	3.1	2	4
Сталевар мартеновской печи	3.2	3.1	3.2	-	3.4	3.2	2	3.2	3.4
Подручный сталевара мартеновской печи	3.1	3.1	3.2	-	3.4	3.2	3.1	2	3.4
Разливщик стали	3.1	2	3.2	-	3.4	3.2	3.1	2	3.4
Машинист крана металлургического производства	3.1	2	3.1	3.1	3.4	2	3.1	2	3.4
Обжигальщик	3.1	3.1	3.2	2	3.3	3.2	3.2	2	3.3
Аппаратчик осаждения	3.1	3.1	3.1	-	2	3.2	3.3	2	3.3
Аппаратчик по производству ванадия (выщелачивания)	3.1	3.2	3.1	2	2	3.1	3.2	2	3.3
Шихтовщик	3.4	3.3	3.2	-	2	3.1	3.2	2	3.4
Машинист крана металлургического производства	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2	2	2	3.2
Плавильщик пятиокиси	3.1	3.2	3.1	-	3.3	3.1	3.2	3.1	3.3
Плавильщик ферросплавов	3.2	3.2	3.1	-	3.3	3.2	3.3	2	3.4

В ходе анализа информации о результатах СОУТ выявлено, что, в соответствии с критериями руководства Р 2.2.2006–05 условия труда работников выбранных цехов оцениваются как вредные (от первой до четвертой степени) на всех рабочих местах.

Для ряда профессий, таких как подручный сталевара мартеновских печей, сталевар мартеновских печей, подручный сталевара конвертера, сталевар конвертера, разливщик стали, обжигальщик, плавильщик ферросплавов, плавильщик пятиокиси ванадия, машинист крана (металлургического

производства), ведущим производственным фактором, оказывающим потенциальное негативное воздействие на здоровье работников относятся аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, загрязняющие вещества в воздухе рабочей зоны, тяжесть трудового процесса, уровень освещенности и шумовое воздействие.

Все рабочие места профессий металлургического предприятия, указанные в таблице 3.5, характеризуются воздействием производственного шума на уровне выше ПДУ. Класс условий труда по фактору «производственный шум» от 3.1 до 3.2 (вредные условия труда первой и второй степени), что соответствует диапазону от умеренного до существенного риска, обусловленного воздействием производственного шума, по результатам априорной оценки профессионального риска.

### **3.1.4 Оценка уровня заболеваемости болезнями, потенциально связанными с воздействием шума среди работников предприятия металлургической отрасли**

Результаты расчета частот встречаемости заболеваний среди работников металлургической промышленности представлены на Рисунке 3.2.

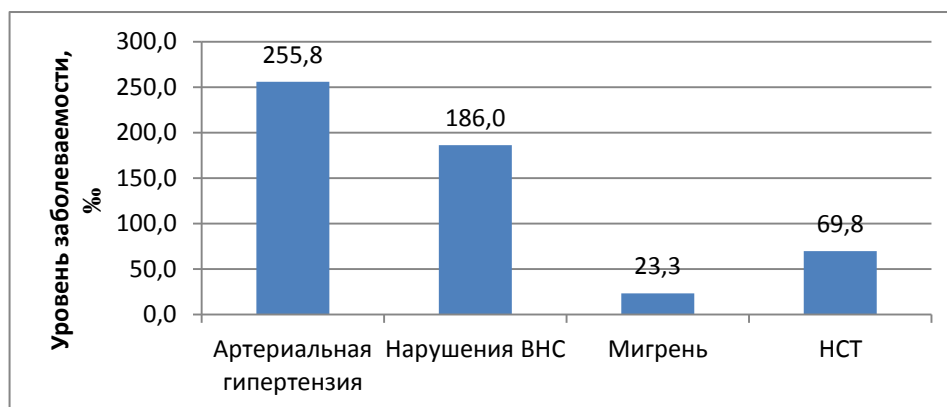


Рисунок 3.2 – Частота встречаемости заболеваний среди работников металлургической отрасли промышленности, подверженных воздействию производственного шума, на уровне выше гигиенических нормативов

Среди экспонированных работников металлургической отрасли промышленности регистрируются артериальная гипертензия, нарушения вегетативной нервной системы (ВНС), мигрень и НСТ. Наибольшая частота встречаемости отмечается в отношении артериальной гипертензии (255,8‰), далее следуют расстройства работы вегетативной нервной системы (186,0 ‰), нейросенсорная тугоухость (69,8‰) и мигрень (23,3 ‰).

### **3.1.5 Гигиеническая оценка уровня производственных факторов на рабочих местах предприятия нефтедобывающей отрасли**

Для производственной среды основной профессиональной группы работников нефтедобывающего предприятия (операторы по добыче нефти и газа, далее «ОДНГ») характерен сочетанный характер воздействия общей вибрации, химических веществ в воздухе рабочей зоны, повышенных показателей тяжести трудового процесса и сверхнормативных уровней производственного шума. Химические вещества в воздухе рабочей зоны относятся к соединениям преимущественно 2го – 4го классов опасности (водород сульфид, нефть а также ее компоненты).

При выполнении большинства технологических операций в воздух рабочей зоны происходит выделение комплекса химических веществ, наибольшую долю которых составляют предельные алифатические углеводороды ( $C_{1-10}$ , в пересчете на «С»), содержание данных веществ находится на уровне ниже установленных нормативных величин. Превышение нормативных уровней содержания в воздухе рабочей зоны максимальных концентраций смеси дигидросульфида и углеводородородов ( $C_{1-5}$ , сероводород) в воздухе рабочей зоны достигает трехкратных значений, данное превышение соответствует вредным условиям



труда первой степени. Максимальные превышения эквивалентных уровней звука на рабочих местах составляют 5 децибел (КУТ 3.1).

В ходе уточнения результатов специальной оценки условий труда посредством выполнения исследований воздуха рабочей зоны хромат-масс-спектрометрическим методом были идентифицированы углеводороды предельные, циклические парафины, углеводороды ароматические.

В ходе выполнения мониторинговых исследования воздуха рабочей зоны были установлены концентрации, отличные от нуля, в отношении толуола, ксилолов, этилбензола и бензола. В ходе выполненных наблюдений, в отношении данных веществ, превышений нормативных уровней (как среднесменных, так и максимально-разовых) не установлено. На некоторых рабочих местах ОДНГ уровень шума не превышал 80 дБА, что соответствует допустимому классу условий труда (данные работники в последующем были включены в группу сравнения). Уровни вибрационной нагрузки находятся в пределах нормативных значений, что соответствует второму классу условий труда. На рабочих местах ОДНГ, проводящих обход вышек, условия труда по фактору «тяжесть трудового процесса» относятся к вредным первой степени (КУТ 3.1). В ходе выполнения ОДНГ своих профессиональных функций имеет место фактор риска для собственной жизни, связанный с обслуживанием взрывопожароопасных объектов, также присутствует ответственность за безопасность других лиц и конечный результат работ (значимость ошибки). Несмотря на вышеуказанные факторы напряженность трудового процесса относится к допустимому классу условий труда (Таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Классы условий труда на рабочих местах ОДНГ, подверженных воздействию производственного шума, на уровне выше гигиенических нормативов

Профессии	Класс условий труда по интенсивности воздействия факторов					Общая оценка
	Химический	Вибрация общая	Шум (Лэкв.)	Тяжесть труда	Напряженность труда	
Оператор по добыче нефти и газа (обход)	3.1	-	3.1	3.1	2	3.1
Оператор по добыче нефти и газа (откачка)	3.1	2	2-3.1	2	2	3.1

В ходе анализа информации о результатах СОУТ выявлено, что, в соответствии с критериями руководства Р 2.2.2006-05, условия труда ОДНГ классифицируются как вредные первой степени.

Условия труда ОДНГ характеризуются отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, в том числе производственного шума (3.1). При априорной оценке профессиональный риск, обусловленный воздействием производственного шума, отнесен к категории умеренного риска. ОДНГ с классом условий труда 2 по фактору «производственный шум» включены в группу сравнения.

### **3.1.6 Оценка уровня заболеваемости болезнями потенциально связанными с воздействием шума среди работников нефтедобывающей отрасли**

Результаты расчета частот встречаемости заболеваний среди работников нефтедобывающей отрасли представлены на Рисунке 3.3.

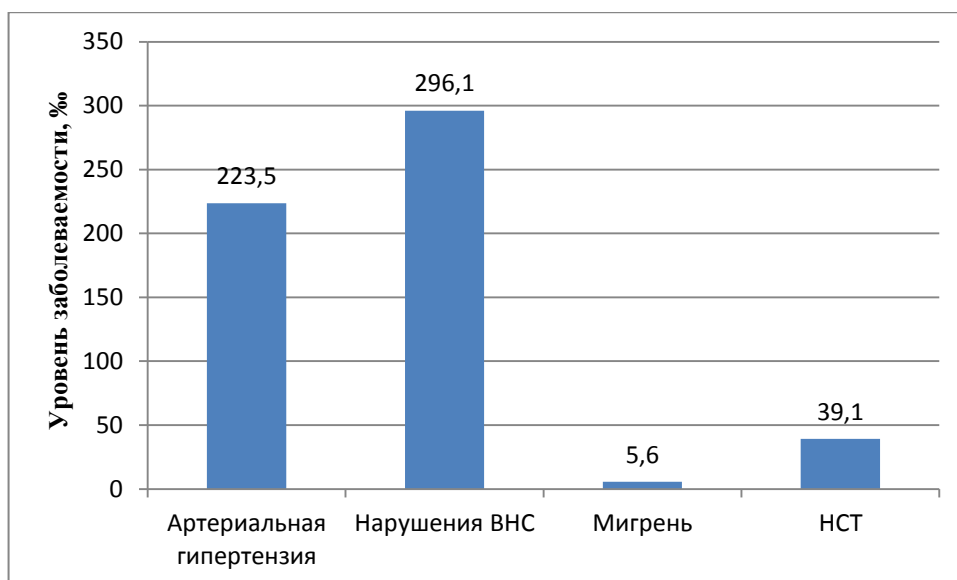


Рисунок 3.3 – Частота встречаемости заболеваний среди работников нефтедобывающей отрасли, подверженных воздействию производственного шума, на уровне выше гигиенических нормативов

Среди работников группы наблюдения нефтедобывающей отрасли промышленности регистрируются артериальная гипертензия, нарушения ВНС, мигрень и НСТ. Наибольшая частота встречаемости отмечается в отношении нарушений работы вегетативной нервной системы (296,1‰), далее следуют артериальная гипертензия (223,5‰), нейросенсорная тугоухость (39,1‰) и мигрень (5,6‰). В одном из подразделений нефтедобывающей отрасли было проведено углубленное медицинское обследование в отношении развития артериальной гипертензии. В программу клинического обследования были включены функциональные исследования, такие как УЗИ брахиоцефальных артерий, кардиоинтервалография, эхокардиография. В связи с проведением углубленного обследования работников частота выявления артериальной гипертензии в данной группе значительно выше, чем в объединенной группе (420,45‰). В отношении работников, прошедших углубленное обследование, проводился дальнейший расчет уровней группового и персонального рисков для здоровья, обусловленных развитием артериальной гипертензии.

### **3.1.7 Гигиеническая оценка уровня производственных факторов на рабочих местах предприятия машиностроения**

В отношении гигиенической оценки воздействия производственных факторов на работников предприятия машиностроения анализ проводился по информации, предоставленной предприятием (информация была предоставлена только в отношении производственного шума).

Уровни шума на рабочих местах группы наблюдения составили от 82 до 104 дБА, что соответствует классу условий труда 3,1-3,3; априорный риск от умеренного до высокого (непереносимого). В качестве группы сравнения рассматривались инженерно-технические работники, занятые на рабочих местах с шумом менее 80 дБА.

Среди работников машиностроения анализировались случаи нейросенсорной тугоухости и артериальной гипертензии. Среди работников предприятия машиностроения случаи нейросенсорной тугоухости не регистрировались, частота развития артериальной гипертензии составила 121%.

### **3.2 Выбор приоритетных отраслей промышленности для последующей оценки профессионального риска**

Ведущим производственным фактором на всех анализируемых предприятиях, потенциально обуславливающим развитие профессиональных заболеваний (нейросенсорной тугоухости) и болезней, потенциально связанных с условиями труда, является производственный шум.

Результаты гигиенической оценки условий труда в отношении производственного шума (как ведущего фактора, оказывающего влияние на здоровье) на предприятиях, выбранных для исследования, проведенной в

соответствии с руководством Р. 2.2.1766-03, показали, что уровни шума на рабочих местах с его превышением составили: на предприятии машиностроения – от 82 до 104 дБА (максимальное значение КУТ 3.3), априорный риск от умеренного до высокого (непереносимого); на предприятиях нефтедобывающей промышленности – от 80 до 85 дБА (КУТ 3.1), риск умеренный; на предприятии горнодобывающей промышленности – от 86 до 93 дБА (КУТ 3.2), существенный риск; на предприятии металлургии – от 80 до 87 дБА (максимальное значение КУТ 3.2), диапазон априорного профессионального риска – от умеренного до существенного (результаты гигиенической оценки по уровню воздействия шумового фактора представлены в Таблице 3.7).

Таблица 3.7 – Результаты гигиенической оценки по уровню воздействия шумового фактора

Тип промышленности	Уровень шума, дБА	КУТ	Уровень априорного риска
1	2	3	4
Машиностроение	от 82 до 104	3.1-3.3	от умеренного до высокого (непереносимого)
Нефтедобывающая промышленность	от 80 до 85	3.1	умеренный
Горнодобывающая промышленность	от 86 до 93	3.2	средний
Металлургическая промышленность	от 80 до 87 дБА	3.1-3.2	от умеренного до среднего

Категории априорного профессионального риска по классам условий труда работников оцениваются от малого (умеренного) риска (по Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии») до высокого (непереносимого) риска.

С целью выбора контингента для дальнейшей количественной оценки профессионального риска на групповом и индивидуальном уровнях проведен анализ достоверности различий в уровне заболеваемости болезнями,

потенциально связанными с воздействием шума среди экспонированных и неэкспонированных работников данных отраслей.

Среди исследуемых контингентов проводился анализ уровней заболеваемости, обусловленной воздействием производственного шума: в отношении профессиональных заболеваний – для нейросенсорной тугоухости; в отношении болезней, связанных с условиями труда – для артериальной гипертензии, нарушений в работе вегетативной нервной системы, мигрени. Ввиду того, что на предприятии машиностроения не регистрировались случаи нейросенсорной тугоухости, анализ заболеваемости проводился в отношении работников горнодобывающей, нефтедобывающей и металлургической отраслей промышленности.

Информация об уровнях заболеваемости среди выбранных контингентов работников представлена в Таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Частота встречаемости заболеваний среди работников горнодобывающей, нефтедобывающей и металлургической отраслей промышленности

Тип промышленности	Нозологические формы заболеваний	Число ответов (n)	Частота, %	Достоверность различий (p)
Горнодобывающая	Артериальная гипертензия	29	208,6	p>0,05
	Нарушения ВНС	31	223,0	p>0,05
	НСТ	38	273,4	p>0,05
Нефтеперерабатывающая	Артериальная гипертензия	37	420,5	p<0,05
	Нарушения ВНС	53	296,1	p>0,05
	Мигрень	1	5,6	p>0,05
	НСТ	7	39,1	p<0,05
Металлургическая	Артериальная гипертензия	11	255,8	p>0,05
	Нарушения ВНС	8	186,0	p>0,05
	Мигрень	1	23,26	-
	НСТ	3	69,77	p>0,05

Установлено, что максимальный уровень профессиональной заболеваемости (НСТ) составил 273‰ на предприятии горнодобывающей промышленности. Максимальные уровни заболеваемости болезнями, потенциально связанными с условиями труда, составили: мигрень – 23‰ на предприятии металлургии, нарушения ВНС – 296‰ на предприятии нефтедобывающей промышленности, артериальная гипертензия – 420‰ на предприятии нефтедобывающей промышленности.

Таким образом, несмотря на относительно невысокие уровни экспозиции по сравнению с другими отраслями промышленности, значимые различия установлены в уровне нейросенсорной тугоухости и артериальной гипертензии только среди работников нефтедобывающей промышленности. В качестве контингента работников для оценки связи заболеваемости с профессиональной деятельностью и дальнейшей оценки профессионального риска на групповом и индивидуальном уровнях выбраны работники нефтедобывающей промышленности, что обусловлено воздействием производственного шума на уровне, превышающем гигиенические нормативы на рабочих местах; наличием среди лиц данной профессиональной группы случаев профессиональной заболеваемости, обусловленной воздействием производственного шума (нейросенсорной тугоухости), а также заболеваемости, потенциально связанной с условиями труда (артериальная гипертензия) на уровне, достоверно отличающемся от заболеваемости неэкспонированных работников.

## ГЛАВА 4 Оценка группового и индивидуального профессионального риска для здоровья работников в условиях шумовой экспозиции на уровне, превышающем гигиенические нормативы

### 4.1 Эпидемиологическая оценка связи заболеваемости с условиями труда

#### 4.1.1 Эпидемиологическая оценка связи заболеваемости нейросенсорной тугоухостью с условиями труда

В отношении работников нефтедобывающей промышленности (операторов по добыче нефти и газа) проводился эпидемиологический анализ связи воздействия производственного шума с развитием нейросенсорной тугоухости, расстройств вегетативной (автономной) нервной системы, мигрени и артериальной гипертензии.

В группе наблюдения было зарегистрировано 7 случаев профессиональной нейросенсорной тугоухости, в группе сравнения – 1 случай.

Расчет показателей относительного риска и границ его доверительного проводился с использованием таблицы сопряженности (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Количество случаев нейросенсорной тугоухости, потенциально связанной с воздействием производственного шума среди работников исследуемых групп.

Наличие фактора	Наличие ответа		<i>Сумма</i>
	Ответ есть	Ответа нет	
Фактор риска есть	7	172	179
Фактор риска отсутствует	1	258	259
<i>Сумма</i>	8	430	438



Для операторов по добыче нефти и газа, на основании информации клинических данных о заболеваемости нейросенсорной тугоухостью, с использованием представленной выше четырехпольной таблицы сопряженности установлены следующие значения анализируемых показателей (RR, CI): RR=10,13; CI(RR): 1,26 - 81,6. Таким образом, заболеваемость нейросенсорной тугоухостью в группе наблюдения достоверно выше заболеваемости в группе сравнения.

Показатель этиологической доли (EF) составил 90,13%, что свидетельствует о почти полной степени профессиональной обусловленности.

В соответствии с критериями руководства Р 2.2.1766-03 величины эпидемиологических показателей в отношении развития нейросенсорной тугоухости, развивающейся у операторов по добыче нефти и газа, работающих в условиях шума, превышающего гигиенические нормативы, позволяют классифицировать данное заболевание как профессиональное. Высокое значение эпидемиологических показателей, в частности этиологической доли, вероятно связано с тем, что анализ проводился в отношении диагнозов профессионального заболевания, установленных центрами профессиональной патологии.

#### **4.1.2 Эпидемиологическая оценка связи заболеваемости расстройствами вегетативной (автономной) нервной системы, артериальной гипертензией и мигренью с условиями труда**

В группе наблюдения было зарегистрировано 53 случая расстройств вегетативной (автономной) нервной системы, в группе сравнения – 1 случай. В отношении развития мигрени в группе наблюдения и сравнения было зарегистрировано по 1 случаю заболевания. В группе наблюдения было зарегистрировано 37 случаев артериальной гипертензии, в группе сравнения – 57 случаев.

Расчет показателей относительного риска и границ его доверительного интервала проводился с использованием таблицы сопряженности (Таблица 4.2).

Таблица 4.2 – данные о количестве случаев расстройств вегетативной (автономной) нервной системы, расстройств ВНС и АГ потенциально связанных с воздействием производственного шума среди работников исследуемых групп

Наличие фактора \ Наличие ответа	Ответ есть	Ответа нет	Сумма
<i>Расстройства ВНС</i>			
Фактор риска есть	53	126	179
Фактор риска отсутствует	145	114	259
<i>Сумма</i>	198	240	438
<i>Мигрень</i>			
Фактор риска есть	1	178	179
Фактор риска отсутствует	1	258	259
<i>Сумма</i>	2	436	438
<i>Артериальная гипертензия</i>			
Фактор риска есть (группа наблюдения)	37	51	88
Фактор риска отсутствует (группа сравнения)	57	148	205
<i>Сумма</i>	94	199	293

Для операторов по добыче нефти и газа, на основании информации клинических данных о заболеваемости, с использованием представленной выше четырехпольной таблицы сопряженности, установлены следующие значения анализируемых показателей: в отношении развития нарушений работы вегетативной нервной системы –  $RR=0,53$ ;  $CI(RR): 0,41 - 0,68$ ;  $OR=0,33$ ;  $CI(OR): 0,22 - 0,5$ ; в отношении развития мигрени –  $RR=1,45$ ;  $CI(RR): 0,09 - 22,98$ ;  $OR=1,45$ ;  $CI(OR): 0,09 - 23,33$ . Нижние границы доверительных интервалов относительного риска и отношения шансов менее одного, что свидетельствует об отсутствии достоверных различий в уровнях заболеваемости расстройствами вегетативной (автономной) нервной системы и мигренью между группами наблюдения и сравнения.

Ввиду отсутствия профессиональной обусловленности расстройств вегетативной (автономной) нервной системы (степень причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой нулевая) и мигрени (степень причинно-

следственной связи нарушений здоровья с работой (малая) дальнейший расчет этиологической доли и показателя отношения шансов не целесообразен.

На основании информации клинических данных о заболеваемости артериальной гипертензией, с использованием представленной выше четырехпольной таблицы сопряженности установлены следующие значения анализируемых показателей:  $RR=1,51$ ;  $CI(RR): 1,09 - 2,21$ . Таким образом, заболеваемость артериальной гипертензией в группе наблюдения достоверно выше заболеваемости в группе сравнения. Показатель этиологической доли (EF) составил 33,87 %.

В соответствии с критериями руководства Р 2.2.1766-03 величины эпидемиологических показателей в отношении развития артериальной гипертензии, развивающейся у операторов по добыче нефти и газа, работающих в условиях шума, превышающего гигиенические нормативы, позволяют классифицировать данное заболевание как профессионально обусловленное (заболевание, связанное с условиями труда) со средней степенью причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой.

Показатель отношения шансов (OR) для исследуемой когорты в отношении развития артериальной гипертензии составил 1,88 доверительные интервалы отношения шансов лежат в пределах от 1,12 до 3,17.

Полученные показатели отношения шансов и границ его доверительного интервала свидетельствует о достоверно более высокой вероятности развития артериальной гипертензии в группе наблюдения, наличие достоверных отличий дополнительно подтверждается расчетом показателя хи-квадрат и значения «р» соответствующего ему. Значение «хи-квадрат» составило 5,73,  $p=0,017$ .

Полученные свидетельства взаимосвязи уровней заболеваемости нейросенсорной тугоухостью и артериальной гипертензией свидетельствуют о целесообразности проведения оценки профессионального риска на групповом уровне.

## 4.2 Оценка группового профессионального риска для здоровья работников в условиях воздействия производственного шума

Оценка группового профессионального риска проводилась в отношении профессиональной патологии (нейросенсорной тугоухости) и болезней, связанных с условиями труда (артериальной гипертензии) (Таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Результаты расчета дополнительной вероятности развития нейросенсорной тугоухости, артериальной гипертензии и величин профессионального риска, связанных с данными заболеваниями

Заболевание	Вероятность в группе наблюдения	Вероятность в группе сравнения	Дополнительная вероятность	Тяжесть заболевания	Групповой риск	Категория риска
НСТ	$3,91 \times 10^{-2}$	$3,86 \times 10^{-3}$	$3,52 \times 10^{-2}$	0,3	$1,06 \times 10^{-2}$	Средний риск
АГ	$4,20 \times 10^{-1}$	$2,78 \times 10^{-1}$	$1,42 \times 10^{-1}$	0,25	$3,56 \times 10^{-2}$	Высокий риск

Дополнительная вероятность развития НСТ (рассчитанная как разность вероятностей в группе наблюдения и группе сравнения) составила  $3,52 \times 10^{-2}$ . Уровень группового риска, рассчитанный с учетом тяжести НСТ (0,3[63]), составил  $1,06 \times 10^{-2}$ .

Дополнительная вероятность развития АГ составила  $1,42 \times 10^{-1}$ . Уровень группового риска, рассчитанный с учетом тяжести АГ (0,25[63]) составил  $1,42 \times 10^{-1} \times 0,25 = 3,56 \times 10^{-2}$ .

В ходе расчета уровней группового риска установлено, что величина группового риска, обусловленного развитием нейросенсорной тугоухости, на предприятиях нефтедобывающей промышленности с учетом тяжести (0,3) составила  $1,06 \times 10^{-2}$  (категория среднего риска). Величина группового риска, обусловленного развитием артериальной гипертензии, для работников предприятия нефтедобывающей промышленности с учетом тяжести (0,25) составила  $3,56 \times 10^{-2}$  (категория высокого риска).

В ходе оценки априорного профессионального риска по критериям Руководства Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» установлено, что для ОДНГ риск, обусловленный воздействием производственного шума, будет относиться к категории малого (умеренного) риска. При количественной оценке группового профессионального риска установлено: риск, обусловленный развитием профессиональных заболеваний (НСТ), в соответствии с предложенной шкалой, категорирован как средний; риск, обусловленный развитием болезней, связанных с условиями труда (АГ), относится к категории высокого риска.

Итоги категорирования уровней профессионального риска при различных видах оценок представлены в Таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Результаты категорирования профессионального риска при различных видах оценок

Тип оценки	Уровень риска	Категория риска
Гигиеническая оценка (априорная)	«-»	Умеренный
Оценка группового риска	от $1,06 \times 10^{-2}$ (в отношении развития НСТ) до $3,56 \times 10^{-2}$ (в отношении развития АГ)	От среднего до высокого

Наблюдаются различия в априорной и апостериорной оценках профессионального рисков для здоровья работников. Полученные уровни группового профессионального риска развития профессиональных заболеваний и болезней, связанных с условиями труда, свидетельствуют о необходимости оценки риска на персональном уровне, в том числе для выделения групп повышенного риска и разработки профилактических мероприятий.

### 4.3 Оценка персонального профессионального риска для здоровья работников в условиях воздействия производственного шума

Для цели оценки персональных уровней профессионального риска был проведен расчет дополнительной вероятности развития заболеваний с использованием параметров математической модели ( $b_0, b_1, b_2$ ), учитывающей величину воздействующего фактора, возраст и продолжительности стажа, для каждого работника. Расчет параметров модели проводился методом наименьших квадратов с применением пакетов программ по статистическому анализу данных (Statistica 10).

По результатам математического моделирования получены параметры зависимости «экспозиция-стаж-возраст-ответ» в отношении развития нейросенсорной тугоухости и артериальной гипертензии у работников предприятий нефтедобывающей промышленности.

Параметризованные зависимости вероятности развития заболевания от величины экспозиции, стажа и возраста в отношении развития нейросенсорной тугоухости и артериальной гипертензии выглядят следующим образом (формулы 4.1 и 4.2, соответственно)

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(7,35 + 0,0001x_1 \cdot x_2 + 0,075x_3)}} \text{ , где} \quad (4.1)$$

$P_{НСТ}$  – вероятность развития НСТ;

$X_1$  – уровень шума (дБА);

$X_2$  – стаж (лет);

$X_3$  – возраст (лет);

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(3,46 + 0,0006x_1 \cdot x_2 + 0,05x_3)}} \text{ , где} \quad (4.2)$$

$P_{АГ}$  – вероятность развития АГ;

$X_1$  – уровень шума (дБА);

$X_2$  – стаж (лет);

$X_3$  – возраст (лет).

Полученные модели позволяют рассчитывать вероятность негативных ответов в виде профессиональных заболеваний и болезней, связанных с условиями труда, не только на момент исследования, но и могут быть использованы для расчета прогнозных величин вероятности для заданных значений возраста и (или) стажа. Полученные количественные значения персонального профессионального риска здоровью работников представлены в Приложениях А-Г.

Уровни дополнительной вероятности развития нейросенсорной тугоухости для работников группы наблюдения предприятий нефтедобывающей промышленности, рассчитанные с использованием полученных параметров модели, составили от  $2,70 \times 10^{-5}$  до  $6,88 \times 10^{-2}$ .

Уровни персонального риска, обусловленного нейросенсорной тугоухостью, для работников группы наблюдения предприятий нефтедобывающей промышленности, рассчитанные с использованием полученных значений дополнительной вероятности развития заболевания с учетом его тяжести (0,32), составили от  $8,64 \times 10^{-6}$  до  $2,20 \times 10^{-2}$ . Неприемлемые уровни профессионального риска (выше  $1 \times 10^{-3}$ , «умеренный риск» и выше) отмечались у 139 работников из 179 (77,65% от общего числа, лиц находящихся под воздействием шума выше 80 дБА). Риск категорирован как пренебрежимо малый у 2 работников (1,1%), малый у 30 ОДНГ (16,8%), у 111 (62,0%) риск умеренный, у 28 (15,6%) – средний.

Результаты категорирования персональных уровней риска, обусловленного развитием нейросенсорной тугоухостью, у работников с неприемлемым уровнем персонального риска представлены на Рисунке 4.1.

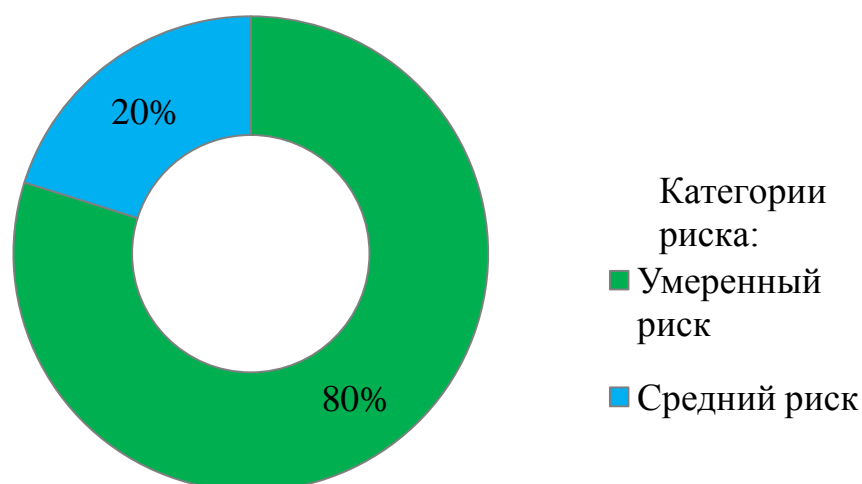


Рисунок 4.1 – Распределение фактических уровней профессионального риска, обусловленного развитием нейросенсорной тугоухости по категориям.

Уровни дополнительной вероятности развития артериальной гипертензии для работников группы наблюдения предприятий нефтедобывающей промышленности, рассчитанные с использованием полученных параметров модели, составили от  $4,10 \times 10^{-2}$  до  $5,14 \times 10^{-1}$ .

Уровни персонального риска, обусловленного артериальной гипертензией, для работников группы наблюдения предприятий нефтедобывающей промышленности, рассчитанные с использованием полученных значений дополнительной вероятности развития заболевания с учетом его тяжести (0,25), составили от  $1,03 \times 10^{-2}$  до  $1,28 \times 10^{-1}$ . Неприемлемые уровни профессионального риска отмечались у 42 работников из 88 (47,77% от общего числа, лиц находящихся под воздействием шума выше 80 дБА). Риск категорирован как средний у 8 ОДНГ (9,1%), у 24 (27,3%) риск высокий, у 10 (11,4%) – очень высокий. В условиях шумовой нагрузки выше 80 децибел неприемлемый уровень профессионального риска формируется при стаже более четырех лет с прогнозом формирования риска высокой и очень высокой категории к предпенсионному возрасту.



Результаты категорирования персональных уровней риска, обусловленного развитием артериальной гипертензии, у работников с неприемлемым уровнем персонального риска представлены на Рисунке 4.2.

В результате расчета прогнозных уровней персонального риска, обусловленного нейросенсорной тугоухостью (к моменту достижения работниками 65-летнего возраста) у лиц с превышением риска на момент исследования, установлено, что уровни доказанного риска повысятся и, достигнут величин от  $2,54 \times 10^{-2}$  до  $3,49 \times 10^{-2}$  (высокий риск).

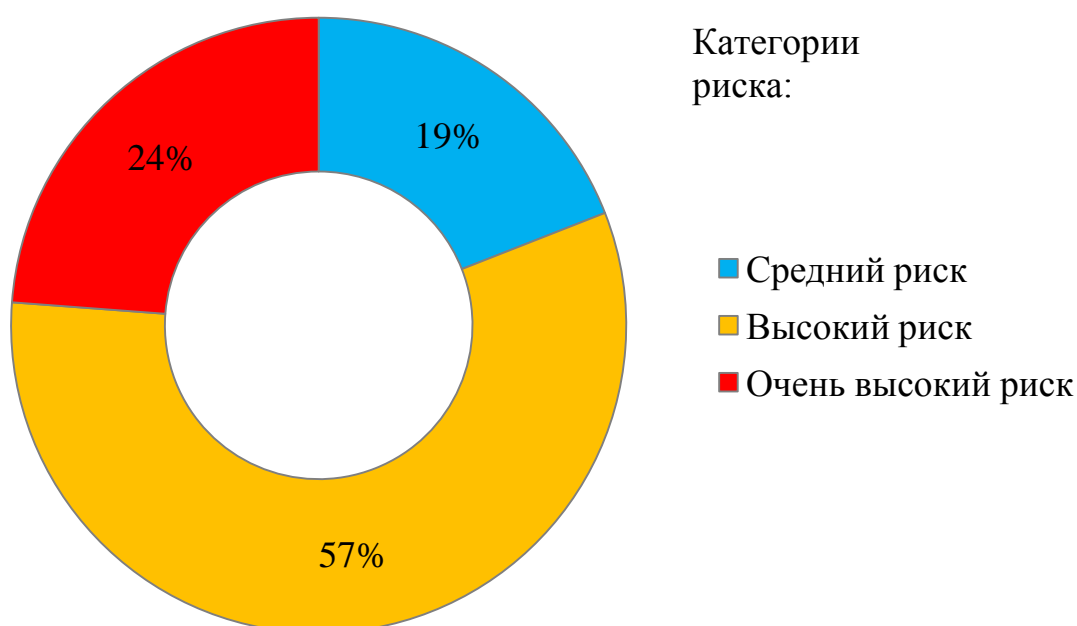


Рисунок 4.2 – Распределение фактических уровней профессионального риска, обусловленного развитием артериальной гипертензии по категориям.

В результате расчета прогнозных уровней персонального риска, обусловленного артериальной гипертензией (к моменту достижения работниками 65-летнего возраста), установлено, что уровни риска повысятся и, достигнут неприемлемых величин – от  $1,01 \times 10^{-1}$  до  $1,54 \times 10^{-1}$  (очень высокий риск).

Интегральные уровни персонального профессионального риска, обусловленного вероятностью развития как нейросенсорной тугоухости, так и артериальной гипертензии составили от  $1,37 \times 10^{-2}$  до  $1,48 \times 10^{-1}$ .

Установлены различия при категорировании уровней риска, на момент исследования, по результатам оценок группового и персональных уровней профессионального риска. Оценка группового профессионального риска показала, что риск относится к категории от среднего до высокого, в то время как по результатам количественной оценки персональных уровней риска, результаты категорирования лежат в диапазоне от умеренного до очень высокого.

В ходе категорирования персонального риска для здоровья работников выделено две разноуровневые группы риска.

В первую группу включены работники с неприемлемым уровнем профессионального риска (выше  $1 \times 10^{-3}$ ) на момент исследования:

– 139 работников с уровнем риска, обусловленного развитием профессиональных заболеваний (НСТ), 42 работника с уровнем риска, обусловленного развитием болезней, связанных с условиями труда (АГ).

Во вторую группу включены работники с неприемлемым прогнозным уровнем профессионального риска:

– 40 работников с уровнем риска, обусловленного развитием профессиональных заболеваний (НСТ), 46 работников с уровнем риска, обусловленного развитием болезней, связанных с условиями труда (АГ).

Таким образом, предложенный подход позволил провести количественную оценку профессионального риска обусловленного воздействием производственного шума на персональном уровне и установить неприемлемые уровни персонального профессионального риска здоровью работников в отношении развития как профессиональной патологии (НСТ) так и болезней, связанных с условиями труда (АГ).

## **ГЛАВА 5 УТОЧНЕНИЕ КАТЕГОРИИ ПЕРСОНАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ (ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ)**

### **5.1 Применение теории нечетких множеств с целью последующего уточнения результатов категорирования риска**

Применение теории нечетких множеств с целью уточнения категории риска позволяет перейти от детерминированных оценок категории риска к вероятностным.

Применение данных подходов позволяет выделить группы работников, для которых определена вероятность перехода в следующую категорию неприемлемого риска.

С целью необходимости уточнения категории риска для детерминированных оценок был проведен расчет точек, характеризующих категории риска в виде трапециевидных интервалов, с использованием формул 2.4 – 2.7.

Расчет точек трапеции представлен на примере диапазона очень высокого риска:

$$T_1=0,1-(0,1-0,03)*0,25=0,0825;$$

$$T_2=0,1+(0,3-0,1)*0,25=0,15;$$

$$T_3=0,3-(0,3-0,1)*0,25=0,25;$$

$$T_4=0,3+(1-0,3)*0,25=0,475.$$

Подробный расчет точек трапеции для всех диапазонов представлен в Приложении «Д».

Полученные трапециевидные нечеткие числа представлены в Таблице 5.1, и на Рисунке 5.1.

Таблица 5.1 – Шкала трапециевидных нечетких чисел для определения необходимости уточнения категории риска для заданных значений персонального профессионального риска

Трапециевидные нечеткие числа (четверка чисел, задающая трапециевидное число для категории риска)	Категория риска
0; 0; 0,00008; 0,00033	Пренебрежимо малый риск
0,00008; 0,00033; 0,00078; 0,00325	Малый риск
0,00078; 0,00325; 0,00775; 0,015	Умеренный риск
0,00775; 0,015; 0,025; 0,0475	Средний риск
0,025; 0,0475; 0,0825; 0,15	Высокий риск
0,0825; 0,15; 0,25; 0,475	Очень высокий риск
0,25; 0,475; 1; 1	Экстремально высокий риск

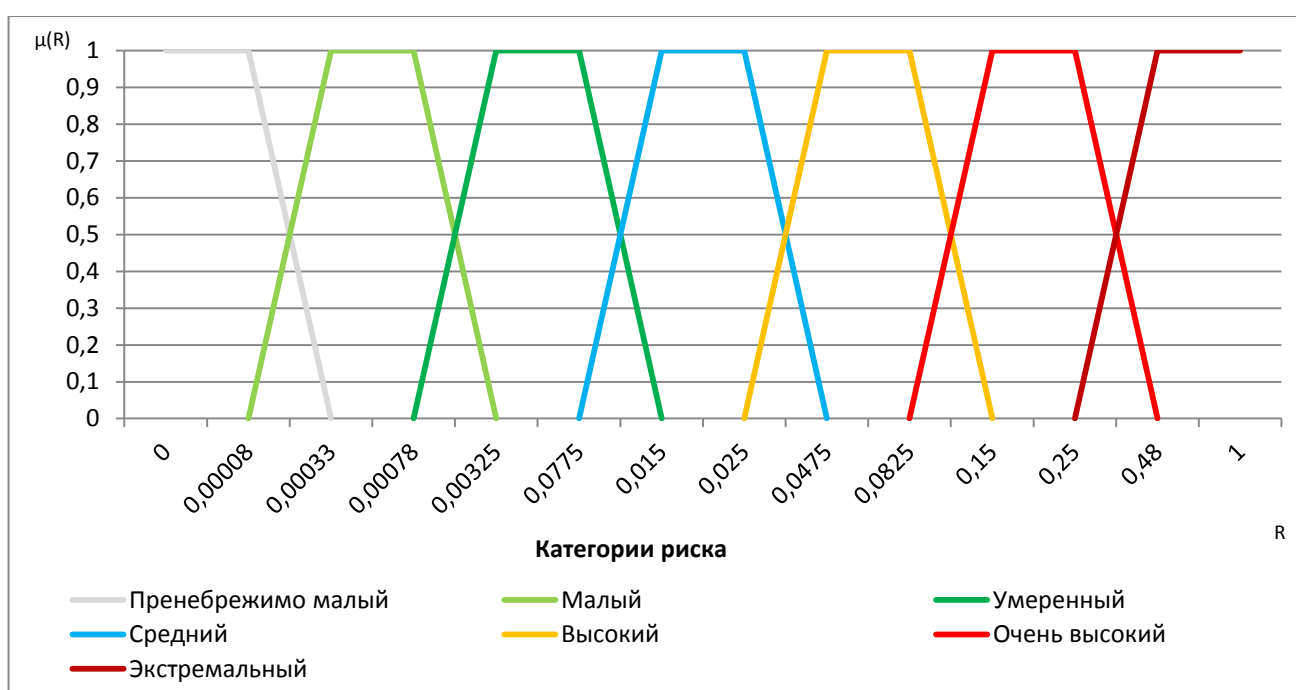


Рисунок 5.1 – Трапециевидные числа характеризующие принадлежность к категориям риска.

На основании полученных точек трапеций (Таблица 5.1) с использованием логарифмической шкалы (расстояние между двумя точками равно отношению логарифмов конца и начала отрезка) для каждого диапазона профессионального риска были получены значения трапециевидных нечетких чисел для уточнения категории риска (Таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Шкала трапециевидных нечетких чисел для уточнения категории профессионального риска

Четверка чисел, задающая трапециевидное число	Категория профессионального риска
(0, 0, 0.042, 0.125)	Пренебрежимо малый риск
(0.042, 0.125, 0.208, 0.292)	Малый риск
(0.208, 0.292, 0.375, 0.458)	Умеренный риск
(0.375, 0.458, 0.542, 0.625)	Средний риск
(0.542, 0.625, 0.708, 0.792)	Высокий риск
(0.708, 0.792, 0.875, 0.958)	Очень высокий риск
(0.875, 0.958, 1, 1)	Экстремально высокий риск

## 5.2 Уточнение результатов категорирования персонального профессионального риска

Применение теории нечетких множеств с целью уточнения результатов категорирования профессиональных рисков проиллюстрировано на примере отдельных работников нефтедобывающей промышленности.

Так для работника N уровень персонального риска, обусловленного развитием нейросенсорной тугоухости, составил  $7,06 \times 10^{-4}$  (расчет проведен в главе 4), в соответствии с предложенной шкалой данный уровень риска категорирован как «малый (приемлемый) риск». Данное значение лежит в диапазоне от 0,00033 до 0,00078 ( $T_2$  и  $T_3$  четверки чисел категории малого риска).

Значение функции принадлежности определяется третьим уравнением системы (5.5). Значение  $\mu(R)$  для данного уровня профессионального риска принимается равным 1, следовательно, данный уровень риска с вероятностью 100% относится к категории малого риска, дальнейшее уточнение категории риска для работника N не требуется.

Для работника L уровень персонального риска, обусловленного развитием нейросенсорной тугоухости  $8,79 \times 10^{-4}$ , в соответствии с предложенной шкалой, данный уровень риска категорирован как «малый (приемлемый) риск». Данное

значение лежит в диапазоне от 0,00078 до 0,00325 ( $T_3$  и  $T_4$  четверки чисел категории малого риска;  $T_1$  и  $T_2$  четверки чисел категории умеренного риска).

Значение функции принадлежности для работника L определяется четвертым уравнением системы (2.6) для малого риска и вторым уравнением для умеренного.

Значение функции принадлежности для диапазона малого (приемлемого) риска составило 0,96, что следует из отношения:

$$\begin{aligned}\mu(R) &= (8,79 \times 10^{-4} - 0,00325) / (0,00078 - 0,00325) = \\ &= -0,002371 / -0,00247 = 0,95992 \approx 0,96\end{aligned}$$

Полученное значение свидетельствует о том, что уровень риска  $8,79 \times 10^{-4}$  с вероятностью 96% относится к категории малого (приемлемого) риска.

Значение функции принадлежности для диапазона умеренного (неприемлемого) риска составило 0,04, что следует из отношения:

$$\begin{aligned}\mu(R) &= (8,79 \times 10^{-4} - 0,00078) / (0,00325 - 0,00078) = \\ &= 0,000099 / 0,00247 = 0,04008 \approx 0,04\end{aligned}$$

Полученное значение свидетельствует о том, что уровень риска  $8,79 \times 10^{-4}$  с вероятностью 4% относится к категории умеренного (неприемлемого) риска.

В случае работника L проводилось дальнейшее уточнение категории риска.

Весовой вклад категории риска  $i$  ( $q_i$ ) составил:

$$\begin{aligned}q_i &= \frac{2(7-i+1)}{(7+1)7}, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \\ q_1 &= \frac{14}{56} = 0,25; q_2 = \frac{12}{56} = 0,21; q_3 = \frac{10}{56} = 0,18; q_4 = \frac{8}{56} = 0,14; q_5 = \frac{6}{56} = 0,11; \\ q_6 &= \frac{4}{56} = 0,07; q_7 = \frac{2}{56} = 0,04\end{aligned}$$

Вес категории риска ( $P_k$ ) в отношении работника L составил:

$$P_k = 0,96 * 0,07 + 0,04 * 0,11 = 0,0672 + 0,0044 = 0,0716;$$

Сумма середин интервалов трапециевидных нечетких чисел для всех диапазонов риска  $\sum \bar{r}_k$  и значение для уточнения категории риска ( $SR_k$ ) составила:

$$\sum \bar{r}_k = (0,125 - (0,125 - 0)/2) + (0,292 - (0,292 - 0,042)/2) + (0,458 - (0,458 - 0,208)/2) + (0,625 - (0,625 - 0,375)/2) + (0,792 - (0,792 - 0,542)/2) + (0,958 - (0,958 - 0,708)/2) + (1 - (1 - 0,875)/2) = 3,5$$

$$SR = 0,0716 * 3,5 = 0,2506.$$

Для работника «L» значение для уточнения категории риска (SR) составило 0,2506. Данное значение лежит в диапазоне от 0,208 до 0,292 ( $T_3$  и  $T_4$  четверки чисел категории малого (приемлемого) риска;  $T_1$  и  $T_2$  четверки чисел категории умеренного (неприемлемого) риска).

Значение функции принадлежности для работника L определяется четвертым уравнением системы (5.5) для малого риска и вторым уравнением для умеренного.

Значение функции принадлежности для диапазона малого (приемлемого) риска составило 0,49, что следует из соотношения:

$$\begin{aligned} \mu(SR) &= (0,2506 - 0,292) / (0,208 - 0,292) = \\ &= -0,0414 / -0,084 = 0,49285 \approx 0,49 \end{aligned}$$

Полученное значение свидетельствует о том, что уровень риска  $8,79 \times 10^{-4}$  с вероятностью 49% относится к категории малого (приемлемого) риска.

Значение функции принадлежности для диапазона умеренного (неприемлемого) риска составило 0,51, что следует из соотношения:

$$\begin{aligned} \mu(SR) &= (0,2506 - 0,208) / (0,292 - 0,208) = \\ &= 0,0426 / 0,084 = 0,50714 \approx 0,51 \end{aligned}$$

Полученное значение свидетельствует о том, что уровень риска  $8,79 \times 10^{-4}$  с вероятностью 51% относится к категории умеренного риска.

Уровень персонального профессионального риска, обусловленного развитием нейросенсорной тугоухости, для работника L после уточнения категории риска категорирован как неприемлемый «умеренный» (первоначально риск отнесен к категории малого (приемлемого) риска).

Для работника «L» при продолжении работы в условиях, существующих на данный момент, категория риска останется неизменной.

Предложенный метод позволил уточнить первоначальную категорию риска с учетом ее тяжести, а также выделить работников, для которых следует ожидать изменение категории риска.

По представленному выше алгоритму проведено уточнение категории риска для работников группы наблюдения в отношении уровней персонального профессионального риска, обусловленного развитием как профессиональных заболеваний (нейросенсорной тугоухости), так и болезней, связанных с условиями труда (артериальной гипертензии), на момент исследования (приложение Е).

Результаты оценки степени принадлежности уровней персонального профессионального риска, обусловленного развитием ПЗ и БСУТ, к определенной категории риска с использованием значений функции принадлежности на Рисунке 5.2 и в Таблицах 5.3 и 5.4.

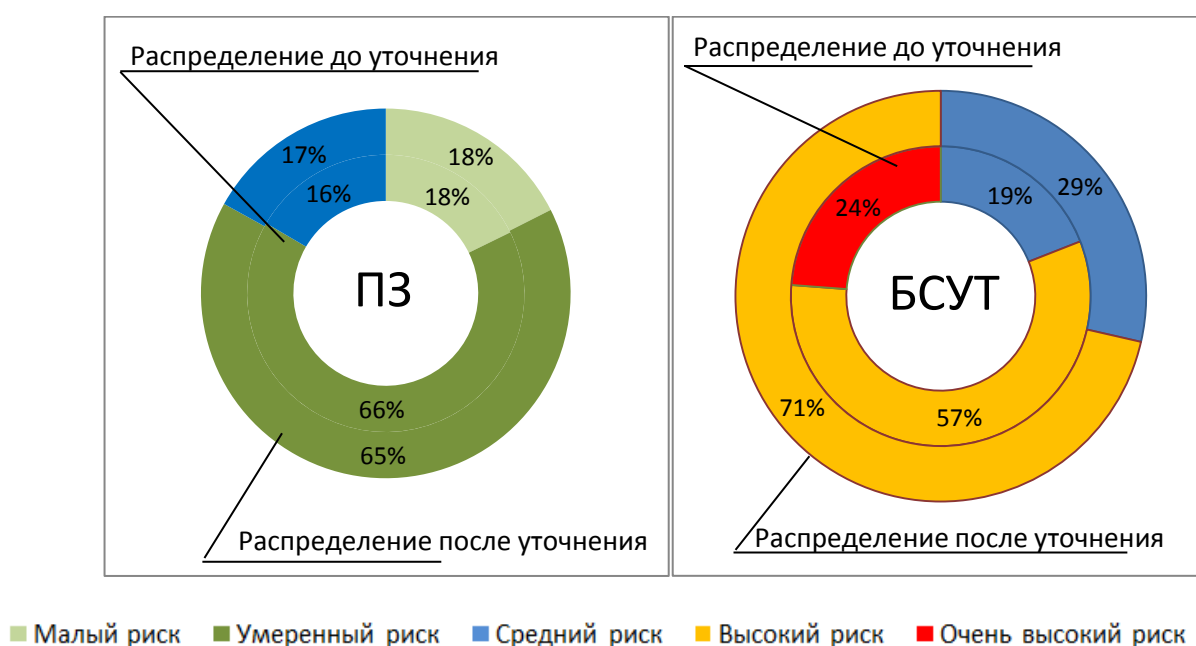


Рисунок 5.2 – Результаты уточнения степени принадлежности уровней неприемлемого персонального профессионального риска, обусловленного развитием ПЗ и БСУТ (на момент исследования).

Наиболее значительные изменения результатов категорирования персонального профессионального риска характерны для риска, обусловленного болезнями, связанными с условиями труда (артериальной гипертензии). После уточнения, уровни риска, первоначально отнесенные к категории очень высокого



риска, перешли в категорию высокого риска. В свою очередь, структура распределения уровней персонального профессионального риска, обусловленного развитием профессиональных заболеваний, значительно не изменилась.

Таблица 5.3 – Результаты оценки степени принадлежности уровней профессионального риска, обусловленного развитием нейросенсорной тугоухости, к определенной категории риска

Результаты категорирования	Пренебрежимо малый риск		Малый риск		Умеренный риск		Средний риск	
	чел.	доля, %	чел.	доля, %	чел.	доля, %	чел.	доля, %
До уточнения категории риска	2	1,12	30	16,76	111	62,01	28	15,64
После уточнения категории риска	0	0	30	16,76	112	62,57	29	16,20

Лица с пренебрежимо малым уровнем персонального профессионального риска, обусловленного развитием НСТ, перешли в категорию малого риска. Итоговое количество лиц с малым уровнем риска не изменилось, произошло незначительное увеличение количества работников с умеренным и средним уровнями персонального профессионального риска.

Таблица 5.4 – Результаты оценки степени принадлежности уровней профессионального риска, обусловленного развитием артериальной гипертензии

Результаты категорирования	Средний риск		Высокий риск		Очень высокий риск	
	чел.	доля, %	чел.	доля, %	чел.	доля, %
До уточнения категории риска	8	9,09	24	27,27	10	11,36
После уточнения категории риска	12	13,64	30	34,09	0	0

Уточнение категории персонального профессионального риска, обусловленного БСУТ, позволило установить увеличение количества работников со средним и высоким уровнями персонального профессионального риска. В то же время в ходе уточнения категории персонального профессионального риска здоровью, обусловленного развитием БСУТ, риск, первоначально категорированный как очень высокий, отнесен к категории высокого риска (Таблица 5.4).

В результате уточнения категории прогнозных значений персонального профессионального риска здоровью работников (рассчитанных к моменту достижения работниками возраста 65 лет) в отношении развития НСТ риск отнесен к категории среднего для 100% работников (22,91% работников, подвергающихся воздействию производственного шума, находятся на границе с категорией высокого риска); в отношении развития АГ риск отнесен к категории высокого для 88,64% работников (из которых 84,62% находятся на границе с категорией очень высокого риска), для 11,36% работников риск очень высокий.

Уточнение категории персонального профессионального риска здоровью работников позволило выделить работников, уровни профессионального риска которых характеризуются более высокой вероятностью перехода в следующую категорию (степень принадлежности к текущей категории риска от 50 до 99%) при продолжении трудовой деятельности в неизменных условиях.

В данную группу вошли: работники с неприемлемым уровнем риска, обусловленным НСТ: 17 работников (из них один с малым, 16 с умеренным уровнем персонального профессионального риска); работники с неприемлемым уровнем риска, обусловленным болезнями, связанными с условиями труда (АГ) 2 работника со средним уровнем риска.

Результаты оценки динамики изменения результатов категорирования персонального профессионального риска, а также степени принадлежности к категории риска по расчету величины профессионального риска с временным лагом в один год на протяжении пяти лет для работников с недопустимыми значениями профессионального риска, обусловленного развитием артериальной гипертензии на момент исследования, представлены в Таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Результаты категорирования персонального профессионального риска АГ

Категория риска	Количество человек, отнесенных к той или иной категории риска, шт					
	На момент исследования	Через год	Через 2 года	Через 3 года	Через 4 года	Через 5 лет
Умеренный риск	12	11	6	4	2	1
Средний риск	30	31	36	38	40	41

Уровни персонального профессионального риска здоровью работников составили: на момент исследования от  $1,03 \times 10^{-2}$  до  $1,28 \times 10^{-1}$ , через пять лет от  $3,95 \times 10^{-2}$  до  $1,46 \times 10^{-1}$ .

Динамика распределения работников по категориям риска представлена на Рисунке 5.3.

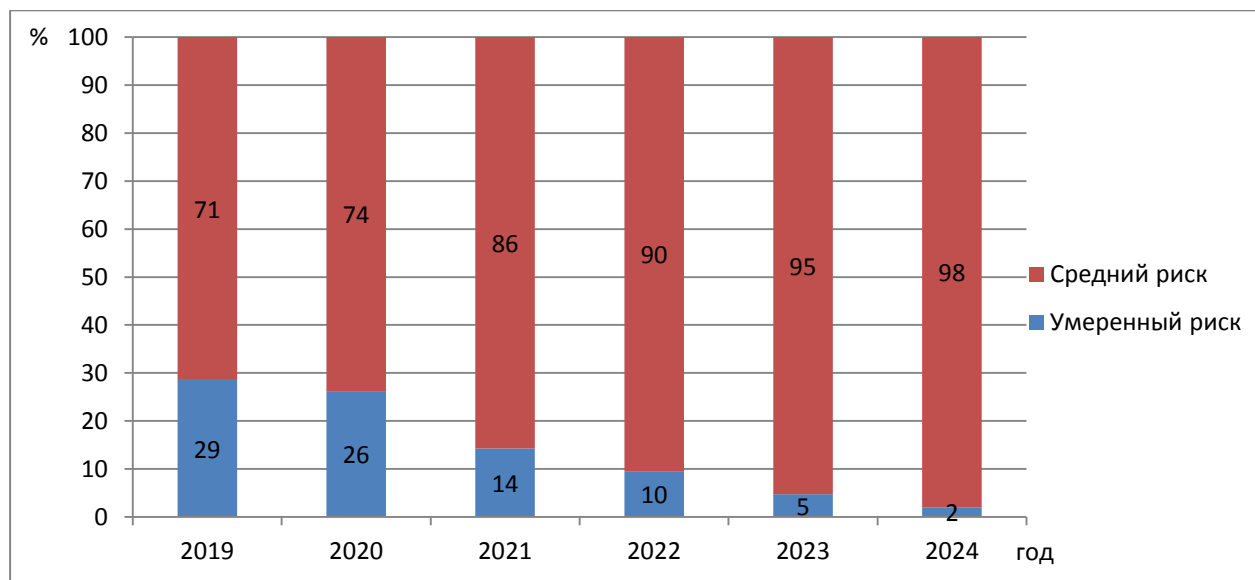


Рисунок 5.3 – Распределение персонального профессионального риска, обусловленного развитием артериальной гипертензии, по категориям

В ходе оценки динамики изменения результатов категорирования персонального профессионального риска, обусловленного развитием артериальной гипертензии, установлено, что за анализируемый период риск из средней категории умеренного перейдет в категорию среднего риска. Уровни риска, отнесенные к категории среднего риска, останутся в данной категории.

В первую очередь, в следующую категорию риска перейдут те значения персонального профессионального риска, для которых степень принадлежности к текущей категории риска составила от 50 до 99%.

Изменения в значениях принадлежности к категориям риска для значений, изначально находившихся на границе умеренного и среднего, а также среднего и высокого риска, проиллюстрированы на Рисунке 5.4 и Рисунке 5.5.

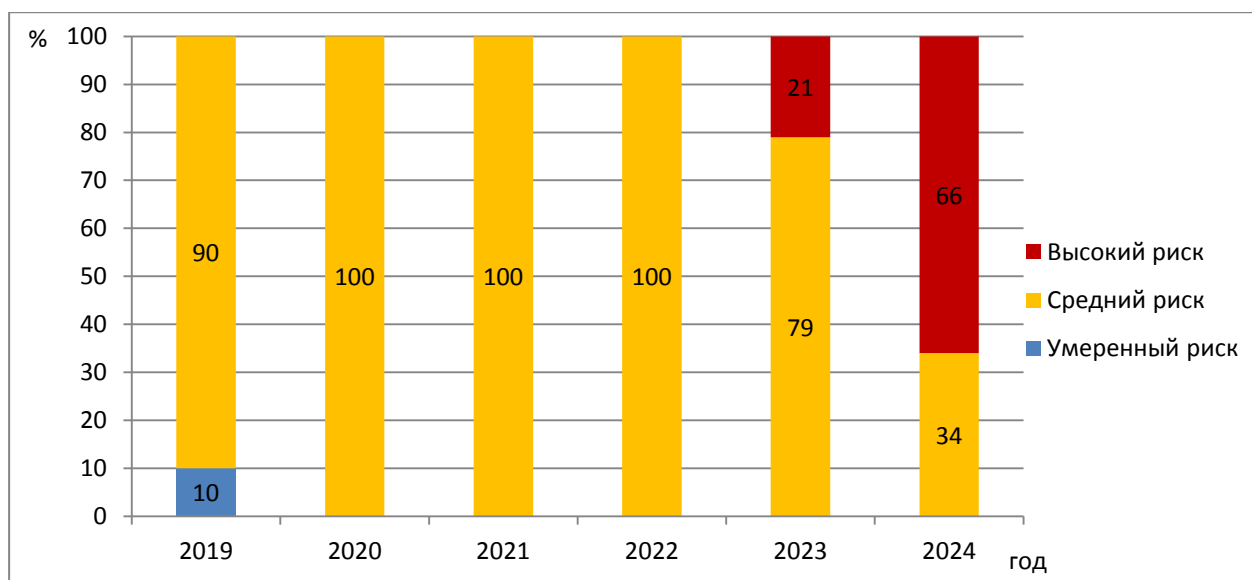


Рисунок 5.4 – Динамика изменения результатов категорирования персонального профессионального риска для работника N

Через год после начала исследования уровень профессионального риска для работника N (первоначально отнесенный к категории среднего риска) перейдет в категорию среднего риска, а к пятому году будет относиться к высокому риску, граничащему со средним.

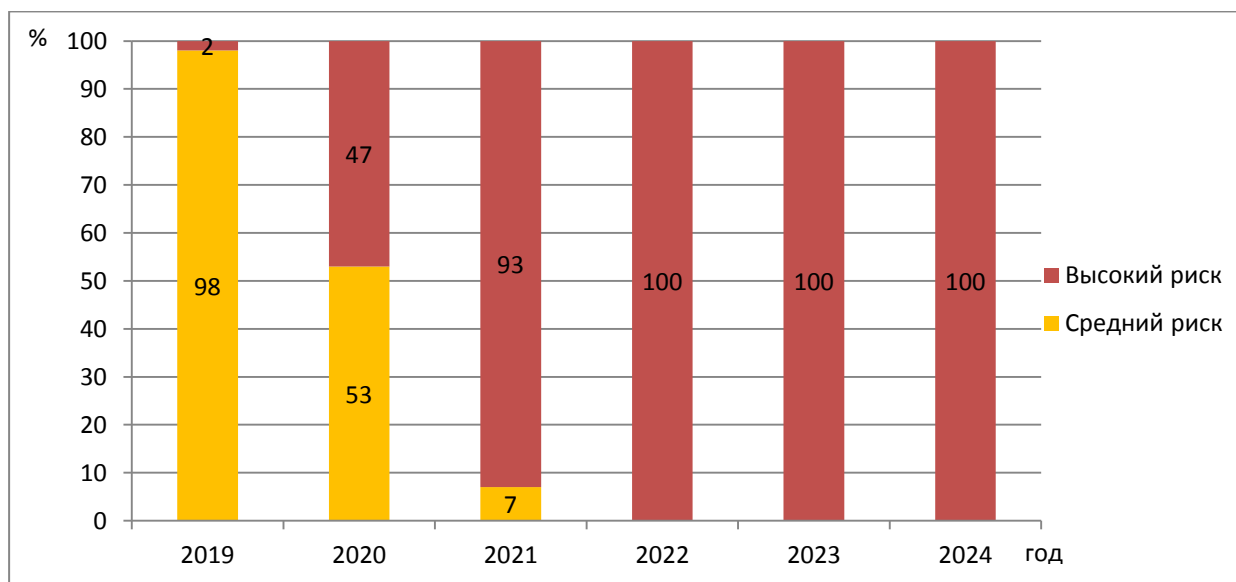


Рисунок 5.5 – Динамика изменения результатов категорирования персонального профессионального риска для работника Z

К третьему году после начала исследования уровень профессионального риска для работника Z (первоначально отнесенный к категории среднего риска)

перейдет в категорию высокого риска, в которой и останется вплоть до конца анализируемого периода.

Уточнение категории персонального профессионального риска здоровью работников позволило выделить лиц с уровнем риска, характеризующимся вероятностью перехода в следующую категорию неприемлемого риска при продолжении работы в неизменных условиях в период до 5 лет.

На основе уточнения результатов категорирования персонального профессионального риска предложены критерии формирования групп для проведения профилактических мероприятий, в том числе адресных медико-профилактических мероприятий (в порядке приоритетности их проведения):

- значение функции принадлежности ( $\mu(SR_k)$ ) к категории высокого профессионального риска от 0,5 до 1.

- значение функции принадлежности к категории среднего профессионального риска от 0,5 до 1.

- значение функции принадлежности к категории умеренного профессионального риска от 0,5 до 1.

В результате использования предложенных критериев сформированы группы работников для проведения медико-профилактических мероприятий:

- 1) Группа высокого приоритета проведения профилактических мероприятий – 30 работников, с высоким риском, обусловленным развитием АГ со степенью принадлежности выше 0,5.

- 2) Группа среднего приоритета проведения профилактических мероприятий – 12 работников со средним уровнем профессионального риска, обусловленным развитием АГ; 29 работников со средним уровнем риска, обусловленным развитием НСТ со степенью принадлежности выше 0,5.

- 3) Группа низкого приоритета проведения профилактических мероприятий – 112 работников с умеренным уровнем профессионального риска, обусловленным развитием НСТ со степенью принадлежности выше 0,5.

Рекомендовано проведение медико-профилактических мероприятий, в соответствии с программами, изложенными в релевантных научных источниках

(например, [2, 31]), в том числе с учетом порядка и объема их проведения среди групп работников, определенного по результатам оценки и категорирования персонального риска.

Таким образом, применение метода нечетких множеств позволяет провести уточнение категории риска для детерминированных оценок, как на момент исследования, так и для прогнозных значений. В результате уточнения категории персонального профессионального риска установлено, что наибольшие различия между первоначальной оценкой и результатами уточнения категории риска характерны для риска, обусловленного болезнями, связанными с условиями труда.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ведущая роль шумового фактора, среди физических факторов производственной среды сохраняется на протяжении последних лет, данное воздействие является актуальным для основных отраслей промышленности Российской Федерации, таких как нефтедобыча и нефтепереработка, металлургия и металлообработка, машиностроение, строительство и др.

К представителям профессий, наиболее подверженных воздействию шумовых экспозиций, относятся шахтеры, проходчики, бурильщики, кузнецы, слесари, машинисты и др. В этой связи, происходящие в организме человека изменения, возникающие при воздействии шума, вызывают большой научный интерес. На основании анализа литературных данных показана значительная роль влияния шумового воздействия на здоровье работников в виде развития профессиональной патологии и увеличения распространенности болезней, связанных с условиями труда, в частности среди работников добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности.

Предложен алгоритм количественной оценки и прогнозирования уровней профессионального риска, формируемого в результате воздействия шума, превышающего гигиенические нормативы. В ходе апробации предложенного алгоритма на основании данных эпидемиологического анализа связи заболеваемости с воздействием шума подтверждена зависимость развития нейросенсорной тугоухости и артериальной гипертензии с уровнями производственного шума на рабочих местах работников нефтедобывающей промышленности.

В ходе выполнения работы установлены различия между априорной и апостериорной оценками профессионального риска для здоровья работников. Полученные неприемлемые уровни группового профессионального риска развития профессиональных заболеваний и болезней, связанных с условиями

труда, свидетельствуют о необходимости оценки риска на персональном уровне, в том числе для выделения групп повышенного риска и разработки профилактических мероприятий. В результате применения дифференциального подхода к категорированию профессионального риска, и, следовательно, планированию и дальнейшему проведению профилактических мероприятий, в том числе на персональном уровне, можно ожидать наибольшей эффективности от применения мероприятий, в отличие от мероприятий, разработанных по результатам групповой оценки профессионального риска, в виде как улучшения состояния здоровья работников, так и в виде снижения экономических затрат.

Параметризация вышеуказанных зависимостей позволила провести количественную оценку профессионального риска не только на групповом, но и на персональном уровне. На примере нейросенсорной тугоухости и артериальной гипертензии с использованием полученных параметров модели «экспозиция-стаж-возраст-ответ» проведен расчет показателей вероятности негативных ответов со стороны здоровья работников как на момент исследования, так и с учетом прогноза продолжения трудовой деятельности в неизменных условиях труда. Показана тенденция к увеличению с течением времени уровней персонального профессионального риска, связанного с развитием как профессиональной патологии, так и патологии, связанной с условиями труда, что подчеркивает необходимость количественной оценки и прогнозирования профессионального риска для здоровья работников с целью разработки профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья работников.

Применение теории нечетких множеств, адаптированной к алгоритму количественной оценки профессиональных рисков, позволяет выделить контингент работников, для которых продолжение работы под воздействием производственных факторов, при сохранении их на неизменном уровне и отсутствии проведения дополнительных профилактических мероприятий, с наибольшей вероятностью приведет к утяжелению категории риска и сокращению периода трудоспособности, вплоть до вывода из профессии. С



помощью применения вышеуказанной теории для уточнения результатов категорирования можно выделить лиц, в отношении которых, при условии проведения дополнительных профилактических мероприятий можно напротив, добиться снижения категории профессионального риска или закрепления работника в существующей категории, без перехода в наиболее тяжелую категорию, что, на уровне предприятия позволит в относительно сжатые сроки добиться большей экономической эффективности за счет снижения затрат связанных как с временной, так и со стойкой утратой трудоспособности.

Эффективность профилактических мероприятий, разработанных на основе предложенного алгоритма количественной апостериорной оценки профессионального риска с последующим уточнением результатов категорирования, в том числе на персональном уровне, требует дальнейшей оценки, основанной на результатах углубленных клинико-лабораторных результатах исследований состояния здоровья работников, относящихся к различным контингентам риска.

Таким образом, дополнение существующих методов оценки профессионального риска позволяет провести научно-обоснованную оценку уровней персонального профессионального риска для здоровья работников, подверженных воздействию вредных производственных факторов. Предложенный алгоритм позволяет оценить как фактические, так прогнозные значения профессионального риска и является действенным инструментом оценки, который развивает и дополняет общепринятую схему оценки профессиональных рисков, а также позволяет проводить планирование профилактических мероприятий с позиций доказанности, количественной характеристики риска и научной обоснованности полученных результатов. Предложенный подход позволяет снизить неопределенности полуколичественной оценки профессионального риска, основанной на результатах специальной оценки условий труда, а также провести детализацию количественных оценок, полученных на групповом уровне.

## ВЫВОДЫ

1. Обоснованы методические подходы к количественной оценке группового и персонального риска здоровью работников, связанного с воздействием шума, включающие алгоритм оценки профессионального риска, дополненный расчетом персональной вероятности развития отитов и риска с

2. учетом тяжести заболеваний. Предложены количественные критерии категорирования профессионального риска и соответствующие им точки трапецевидных интервалов, используемые для уточнения результатов категорирования.

3. Гигиеническая оценка условий труда показала, что шумовая нагрузка является значимым вредным производственным фактором. Среди работников предприятия нефтедобывающей промышленности на рабочих местах с повышенным уровнем шума выявлена статистически значимая ( $p \leq 0,05$ ) связь распространенности нейросенсорной тугоухости (39%) и артериальной гипертензией (42%) с уровнями шума выше 80 дБА.

4. Установленная связь ПЗ и БСУТ с воздействием повышенных уровней производственного шума подтверждена в ходе эпидемиологической оценки. Достоверная причинно-следственная связь между воздействием повышенных уровней производственного шума и заболеваемостью артериальной гипертензией (RR 1,51; CL 1,09 – 2,21; EF 33,87%, степень профессиональной обусловленности средняя), на примере основного контингента работников нефтедобывающей промышленности (ОДНГ), подтвержденная отклонениями предикторных показателей у 273% экспонированных ОДНГ.

5. Получены недопустимые (неприемлемые) значения группового риска, обусловленного развитием артериальной гипертензии -  $3,56 \times 10^{-2}$  (высокий неприемлемый риск) и нейросенсорной тугоухости -  $1,06 \times 10^{-2}$  (классифицируется как средний неприемлемый риск). Установлена и параметризована зависимость

между воздействием производственного шума и уровнем нейросенсорной тугоухости ( $b_0 -7,3454$ ;  $b_1 0,0001$ ;  $b_2 0,0745$ ) и артериальной гипертензии ( $b_0 -3,4574$ ;  $b_1 0,0006$ ;  $b_2 0,0499$ ). С использованием этих параметров для ОДНГ определены значения персональных уровней риска, обусловленных развитием нейросенсорной тугоухости – от  $8,64 \times 10^{-6}$  до  $2,20 \times 10^{-2}$  у 77,65% работников; обусловленные развитием артериальной гипертензии – от  $1,03 \times 10^{-2}$  до  $1,28 \times 10^{-1}$  у 47,73% работников.

6. В ходе прогнозирования профессионального риска при продолжении трудовой деятельности под воздействием шума, превышающего установленный норматив, установлено, что уровни риска, обусловленные развитием НСТ к моменту достижения возраста 65 лет составят от  $2,54 \times 10^{-2}$  до  $3,49 \times 10^{-2}$  (от среднего до высокого уровня риска); уровни персонального риска, обусловленного развитием АГ, составят от  $1,01 \times 10^{-1}$  до  $1,54 \times 10^{-1}$  (очень высокий риск).

7. Уточнение категории персонального профессионального риска, обусловленного развитием ПЗ, показало увеличение лиц с умеренным (с 62,01% до 62,57%) и средним уровнем риска (с 15,64% до 16,20%). В тоже время, в отношении риска развития БСУТ, отмечено увеличение доли работников со средним уровнем риска с 9,09% до 13,64%, увеличение доли работников с высоким уровнем риска с 27,27% до 34,09%, уменьшение до нуля доли работников с очень высоким уровнем риска.

8. Предложены санитарно-технические и организационные меры профилактики шумового воздействия на групповом уровне по критерию допустимого риска (более  $1 \times 10^{-3}$ ). С использованием результатов уточнения категории персонального риска (основанного на определении значения функции принадлежности риска к той или иной категории) предложены критерии формирования групп риска с учетом порядка проведения адресных медико-профилактических мероприятий.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения рекомендовано проведение информирования работников об уровне профессиональных рисков на их рабочих местах и мерах, которые работники со своей стороны могут предпринять для снижения неблагоприятных последствий.

Руководству предприятия рекомендовано разработать план мер, включающий меры технического характера, направленные на снижение уровня опасного фактора (модернизацию технологического оборудования, средств индивидуальной защиты), организационные мероприятия (сокращение времени контакта с шумом, контроль соблюдения инструкций и предписаний по охране труда, информирование работников об уровне риска), санитарно-гигиенические мероприятия (актуализация графика проведения ПЛК на рабочих местах с превышением нормативных уровней шума).

Руководству предприятия, совместно с организацией, осуществляющей ПМО, рекомендовано предусмотреть в рамках периодических медицинских осмотров дополнительную диагностику соответствующих заболеваний и индивидуальные рекомендации по их профилактике для работников, на рабочих местах которых установлены причинно-следственные связи заболеваний с условиями труда. В рамках организационных мероприятий, рекомендовано осуществлять контроль за исполнением рекомендаций по результатам периодических медицинских осмотров по обследованию работников в центре профпатологии, санаторно-курортному лечению, трудоустройству работников, имеющих медицинские противопоказания к выполнению отдельных видов работ. В случае отсутствия возможности выполнения технических мероприятий и (или) на период их выполнения целесообразно рассмотреть вопрос о разработке и реализации специализированных комплексов медико-профилактических мероприятий, направленных на раннее выявление и профилактику профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний,

восстановление профессиональной трудоспособности. Для лиц с наибольшим приоритетом рекомендована немедленная организация медико-профилактических мероприятий.

Результаты данной работы могут быть использованы специалистами учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения при осуществлении контрольно-надзорной деятельности в качестве инструмента оценки и прогнозирования персональных рисков.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Полученные практические и теоритические результаты позволяют сформулировать перспективы направления дальнейших исследований:

– оценка эффективности комплекса профилактических мер, разработанных с использованием оценки профессионального риска здоровью на персональном уровне, по результатам врачебного обследования.

– дальнейшая оценка и параметризация зависимостей «экспозиция-стаж-возраст-ответ» в отношении развития профессиональных заболеваний и болезней, связанных с условиями труда, на предприятиях основных отраслей промышленности.

– проведение оценка профессионального риска на персональном уровне при наличии неприемлемых уровней профессионального риска на групповом уровне, с целью выявления работников, в отношении сохранения здоровья которых, профилактические мероприятия, в том числе адресные будут наиболее эффективными.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АГ – артериальная гипертензия

БСУТ – болезни, связанные с условиями труда

ВНС – вегетативная нервная система

ЗВУТ – заболеваемость с временной утратой трудоспособности

МКБ – международная классификация болезней

НСТ – нейросенсорная тугоухость

ОДНГ – оператор по добыче нефти и газа

ПЗ – профессиональные заболевания

ПЛК – производственный лабораторный контроль

ПМО – периодические медицинские осмотры

СОУТ – специальная оценка условий труда

Т3своб. – свободный трийодтиронин

Т4своб. – свободный тироксин

ТТГ – тиреотропный гормон

КУТ – класс условий труда

СІ – границы доверительного интервала

ЕF – этиологическая доля

G – тяжесть заболевания

OR – отношение шансов

P – вероятность развития заболевания

R – риск негативных эффектов

RR – относительный риск.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ кадровой укомплектованности и смертности трудоспособного населения Псковской области / А.В. Мельцер, Н.В. Ерастова, Н.Т. Гончар, Т.В. Коломенская // Профилактическая медицина – 2020: Материалы Всероссийской научно–практической конференции с международным участием: сборник научных трудов / Под ред. А.В. Мельцера, И.Ш. Якубовой. Ч. 2. – Санкт-Петербург: Издательство СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2020. – С. 45–52.
2. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально–экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: Изд–во Перм. нац. исслед. политехн. ун–та, 2014. – 738 с.
3. Афанасова, О.Е. Влияние условий труда на формирование артериальной гипертензии у работающих в условиях высокого профессионального риска / О.Е. Афанасова, Е.Л. Потеряева, Г.Н. Верещагина // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 50 (8). – С. 19–22. 17
4. Балабанова, Л.А. О роли условий труда в возникновении нарушений репродуктивного здоровья у работников машиностроения / Л.А. Балабанова, А.А. Имамов, С.К. Камаев // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 59 (9). – С. 556–557.
5. Балабанова, Л.А. Применение скрининговых методов для выявления нарушений репродуктивного здоровья у работников машиностроения / Л.А. Балабанова, С.К. Камаев // Медицина труда и экология человека. – 2018. – № 2 (14). – С. 51–55.
6. Бальнова, Л.Г. Экономические аспекты улучшения условий труда на производстве / Л.Г. Бальнова, Г.А. Кузнецов, Э.В. Петросянц // НИИ проблем охраны труда. – Москва: МИОТ, 1999. – С. 5–7.

7. Бухтияров, И.В. Проблемы оздоровления условий труда, профилактики профессиональных заболеваний работников предприятий горно–металлургического комплекса / И.В. Бухтияров, А.Г. Чеботарев, В.А. Прохоров // Горная промышленность. – 2015. – № 6 (124). – С. 14–17.

8. Бухтияров, И.В. Профессиональный стресс в результате сменного труда как фактор риска нарушения здоровья работников / И.В. Бухтияров, М.Ю. Рубцов, О.И. Юшкова // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 110–121.

9. Бухтияров, И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России / И.В. Бухтияров // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59. – № 9. – С. 527–532.

10. Вадулина, Н.В. Девятова Профессиональная заболеваемость в России: проблемы и решения / Н.В. Вадулина, М.А. Галлямов, С.М. Девятова // Безопасность техногенных и природных систем. – 2020. – № 3. – С. 7–15.

11. Васильев, А.В. Проблемы оценки сочетанного влияния шума и других физических факторов на здоровье человека / А.В. Васильев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – № 14 (6). – С. 158–165.

12. Влияние вибрации, шума, физических нагрузок и неблагоприятного микроклимата на показатели углеводного обмена у рабочих горнодобывающих предприятий и машиностроения / И.В. Лапко, В.А. Кирьяков, Л.И. Антошина [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 7. – С. 32–36.

13. Влияние уличного шума на вегетативную нервную систему / Т.А. Бадмаева, О.О. Гергенова, А.Н. Калькова [и др.] // Медицина завтрашнего дня: Материалы XVI межрегиональной научно–практической конференции студентов и молодых ученых: сборник научных трудов / Читинская государственная медицинская академия. – Чита: Редакционно–издательский центр Читинской государственной медицинской академии, 2017. – С. 276–277.



14. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работников машиностроения / Р.Р. Галимова, Э.Т. Валеева, А.А. Дистанова [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2020. – № 1(21). – С. 36–43.

15. Головкова, Н.П. Оценка уровня профессионального риска у работников горно-металлургических предприятий по результатам специальной оценки условий труда / Н.П. Головкова, Н.И. Котова, А.Г. Чеботарев // Современные проблемы медицины труда: Материалы всероссийской научно–практической конференции, посвященной 80–летию академика РАН Н.Х. Амирова / Казанский ГМУ. – Казань: ФГБНУ «НИИ МТ», 2019. – С. 51–54.

16. ГОСТ Р 54934–2012 / OHSAS 18001:2007. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования. Occupational health and safety management systems – Requirements: издание официальное. – М., 2012. – 20 с.

17. Гришина, Т.И. Иммуномодулирующее влияние шума (обзор литературы) / Т.И. Гришина, К.О. Суворова // Медицина труда и промышленная экология. – 1997. – № 3. – С. 26–29.

18. Гундаров, И.А. Задачи здравоохранения и профсоюзов в преодолении кадрового демографического кризиса в России / И.А. Гундаров, А.Л. Сафонов // Труд и социальные отношения. – 2015. – № 4. – С. 23–35.

19. Денисов, Э.И. Шум на рабочем месте: ПДУ, оценка риска и прогнозирование потери слуха / Э.И. Денисов // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3 – С. 13–23.

20. Драпкина, О.М. Атерогенная дислипидемия и печень / О.М. Драпкина, Е.Л. Буеверова, В.Т. Ивашкин // Медицинский алфавит. – 2012. – Т.4. – № 24. – С. 30–35.

21. Дюндик, К.А. Эффективная система промышленной безопасности компании «Норникель» / К.А. Дюндик // Научный вестник оборонно–промышленного комплекса России. – 2016. – № 1. – С. 67–72.

22. Егорова, А.М. Гигиенические факторы риска здоровью работников при получении железорудных окатышей / А.М. Егорова, Л.А. Луценко, Т.К.

Татьянюк // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – Т. 29. – № 8. – С. 15–20.

23. Еремина, Т.В. Гигиена труда в основных отраслях промышленности: методическое пособие / Т.В. Еремина, И.Г. Тимофеева, Н.И. Гусева. // Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 21 с.

24. Зинкин, В.Н. Клинические аспекты профессиональной сенсоневральной тугоухости акустического генеза / В.Н. Зинкин, П.М. Шешегов, С.Д. Чистов // Вестник отоларингологии. – 2015. – № 6. – С. 65–69.

25. Изменения гормонов гипофизарно-тиреоидной и гипофизарно-гонадной систем у рабочих с вибрационной патологией и нейросенсорной тугоухостью / И.В. Лапко, В.А. Кирьяков, Н.А. Павловская, А.В. Жеглова // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 10. – С. 26–30.

26. Измеров, Н.Ф. Оценка профессиональных рисков для здоровья в системе доказательной медицины / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2016. – № 1. – С. 14–20.

27. Индейкина, О.С. Влияние белого шума на функционирование вегетативной нервной системы / О.С. Индейкина // Современные научные исследования: вопросы актуализации теорий и научно-практические разработки: Материалы международной научно-практической конференции: сборник научных трудов / Волгоград: Профессиональная наука, 2019. – С. 80–83.

28. Итоги оценки профессионального риска для здоровья работников по материалам СОУТ, производственного контроля и профессиональной заболеваемости / О.Ф. Рослый, А.А. Федорук, О.Г. Другова, Э.Г. Плотко // Управление риском для здоровья работающих и населения в связи с хозяйственной деятельностью предприятий металлургической промышленности: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: сборник научных трудов / под ред. В.Б. Гурвича – Екатеринбург: Изд-во ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, 2017. – С. 119–125.

29. Козин, О.В. Особенности профессиональной тугоухости у лиц летного состава гражданской авиации / О.В. Козин // Вестник оториноларингологии. – 2005. – № 5. – С.16–19.
30. Конторович, Е.П. Состояние здоровья работников электровозостроительного предприятия и оптимизация системы профилактики его нарушений: автореф. дис. ... канд. мед. наук. / Елена Павловна Конторович – Ростов–на–Дону, 2019. – 24 с.
31. Корпоративные программы профилактики нарушений здоровья у работников вредных предприятий как инструмент управления профессиональным риском / О.Ю. Устинова, Н.В. Зайцева, Е.М. Власова, В.Г. Костарев // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С. 72–82.
32. Коряков, А.Е. Влияние предприятий металлургической промышленности на окружающую среду и здоровье человека / А.Е. Коряков, А.А. Шишкина, П.А. Шишкина // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2019. – № 7. – С. 275 – 278.
33. Кохно, П.А. Корпоративная интеграция / П.А. Кохно, К.А. Дюндик // Общество и экономика. – 2015. – № 6. – С. 23–34.
34. Красовский, В.О. Организация санитарного надзора гигиены труда на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах (аналитический обзор) / В.О. Красовский, М.Р. Яхина // Гигиена и санитария. – 2021. – № 100 (3). – С. 246–253.
35. Мельцер, А.В. Гигиеническое обоснование моделей количественной оценки априорного профессионального риска / А.В. Мельцер, Н.В. Ерастова, А.В. Киселев // Профилактическая и клиническая медицина. – 2020. № 3 (76). – С. 12–20.
36. Методические рекомендации по обеспечению санитарно–эпидемиологических требований к условиям труда МР 2.2.0244–21, утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 28 с.

37. Мовергоз, С.В. Физиолого-гигиеническая характеристика факторов риска развития артериальной гипертензии у машинистов нефтехимического предприятия / С.В. Мовергоз, Е.В. Булычева, Н.П. Сетко // Оренбургский медицинский вестник. – 2018. – № 4 (24). – Т. VI. – С. 31–34.

38. Новые возможности применения вариаций гена MTHFR как маркера индивидуальной чувствительности при оценке профессионального риска гипертензии в условиях воздействия шума / Д.М. Шляпников, П.З. Шур, В.Б. Алексеев [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 8. – С. 6–10.

39. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. – 340 с.

40. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 г.: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

41. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 г.: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 299 с.

42. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2021 году: Государственный доклад. П.: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2022. – 240 с.

43. Оганов, Р.Г. Значение эпидемиологических исследований и доказательной медицины для клинической практики / Р.Г. Оганов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2015. – Т. 14. – № 4. – С. 4–7.

44. Определение и оценка группового избыточного (атрибутивного) риска потерь слуха от шума / Л.В. Прокопенко, Н.Н. Курьеров, А.В. Лагутина, Е.С.

Почтарёва // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59. – № 4. – С. 212–218.

45. Основные организационные вопросы профилактики заболеваемости работающего населения в современных условиях / В.Г. Газимова, В.О. Рузаков, А.С. Шастин и [др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 11. – С. 32–35.

46. Особенности системы гемостаза и фактора роста эндотелия сосудов при артериальной гипертензии в условиях высокого профессионального риска / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, М.А. Ермакова, Л.А. Шпагина // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 3. – С. 1–6.

47. Отечественный и международный опыт гигиенического нормирования авиационного шума (обзор литературы) / В.Е. Крийт, К.Б. Фридман, Ю.Н. Сладкова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99. – № 6. – С. 538–544.

48. Оценка профессиональных рисков здоровью операторов нефтехимического производства и их физиолого-гигиеническая обусловленность / С.В. Мовергоз, Н.П. Сетко, А.Г. Сетко, Е.В. Булычева // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (10). – С. 1002–1007.

49. Оценка риска нарушения состояния здоровья работников машиностроения / Л.А. Балабанова, С.К. Камаев, А.А. Имамов, О.Р. Радченко // Гигиена и санитария. – 2020. – № 99 (1). – С. 76–79.

50. Оценка риска развития артериальной гипертензии в условиях воздействия шумового и химического факторов производства / И.Н. Федина, П.В. Серебряков, И.В. Смолякова, А.В. Мелентьев // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 2. – С. 21–25.

51. Оценка риска утомления у работников нервно-эмоционального труда / И.В. Бухтияров, О.И. Юшкова, М.А. Фесенко, А.Г. Меркулова // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 1. – С. 66–77.

52. Оценка сенсорных нагрузок у пилотов воздушных судов гражданской авиации / Е.В. Зибарев, И.В. Бухтияров, В.В. Сериков [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60. – № 7. – С. 435–442.
53. Панкова, В.Б. Нерешенные вопросы экспертизы профессиональной тугоухости. / В.Б. Панкова, Г.Р. Мухамедова // Связь заболевания с профессией с позиций доказательной медицины: Всероссийская научно–практическая конференция. / Казань, 2011. – С. 117–118.
54. Панкова, В.Б. Отологические эффекты импульсного шума / В.Б. Панкова, Е.Л. Синева // Вестник оториноларингологии. – 1999. – № 1. – С. 10–12.
55. Панкова, В.Б. Проблемы диагностики и экспертизы трудоспособности при профессиональной тугоухости / В.Б. Панкова, Е.Л. Синева, Е.А. Преображенская // Вестник оториноларингологии. – 2009. – № 9. – С. 30–33.
56. Панкова, В.Б. Профессиональная тугоухость: новые подходы к диагностике, экспертизе трудоспособности и реабилитации / В.Б. Панкова, Г.А. Таварткиладзе, Г.Р. Мухамедова // Медицина экстремальных ситуаций. – 2013. – №1 (43). – С. 25–29.
57. Панкова, В.Б. Хроническая нейросенсорная тугоухость / В.Б. Панкова, Е.Н. Илькаева // Профессиональная патология: Национальное руководство / Под ред. акад. РАМН Н.Ф. Измерова. М.: ГЭОТАР–Медиа, 2011. С. 448–461.
58. Патология нервной системы у лиц, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного импульсного низкочастотного шума в процессе военно–профессиональной деятельности / И.Ю. Коваленко, Д.В. Гусаров, А.Б. Селезнев [и др.] // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2010. – № 3 (31). – С. 155–158.
59. Петухов, В.А. Эндотелиальная дисфункция: современное состояние вопроса (по материалам симпозиума) / В.А. Петухов // Хирургия. Приложение к журналу Consilium Medicum. – 2008. – № 1. – С. 3–18.
60. Постановление Правительства Российской Федерации от 02.12.2021 г. № 2178 «Об утверждении Положения о федеральной государственной информационной системе сведений санитарно–эпидемиологического характера»

[Электронный ресурс] / Официальный интернет–портал правовой информации. – 2023. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112060019> (дата обращения 06.02.2023).

61. Преморбидные маркеры сердечно-сосудистой патологии у работников горнорудного производства / О.Ю. Устинова, Е.М. Власова, К.П. Лужецкий [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 54 (12). – С. 28–31.

62. Прогноз безопасного стажа работы на основе новой методологии моделирования производственных условий и оценки суммарного влияния на организм комплекса вредных факторов / Г.Г. Максимов, В.О. Красовский, Е.Р. Абдрахманова [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2007. – № 2 (3–4). – С. 47–52.

63. Профессиональная патология: национальное руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР–Медиа, 2011. – 784 с.

64. Профессиональный риск для здоровья работников основных профессий предприятий по добыче медно–цинковых руд: оценка и управление / Э.Р. Шайхлисламова, Л.К. Каримова, Н.А. Бейгул и др. // Анализ риска здоровью. – 2022. – №. 2. – С. 107–118.

65. Профессиональный риск снижения слуха у работников металлургического предприятия / Е.Ф. Черникова, В.А. Скворцова, И.А. Умнягина [и др.] // Актуальные вопросы профилактической медицины и санитарно–эпидемиологического благополучия населения: факторы, технологии, управление и оценка рисков: Материалы межрегиональной научно–практической конференции: сборник научных трудов / Нижний Новгород: Медиаль, 2022. – С. 221–225.

66. Реализация глобального плана действий ВОЗ по охране здоровья работающих в Российской Федерации / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко, Е.Е. Шиган // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 9. – С. 4–10.

67. Ретнев, В.М. Изменения здоровья работников в связи с организацией и условиями труда и их коррекция / В.М. Ретнев // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 6. – С. 8–11.
68. Ретроспективный анализ и закономерности формирования профессиональной тугоухости в современных условиях / Е.А. Преображенская, И.В. Яцына, Е.Л. Синева [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 10. – С. 31–35.
69. Риск возникновения репродуктивных нарушений у мужчин в условиях высокой техногенной нагрузки / А.В. Мешков, И.Х. Вахитов, Г.С. Лучкин, Л.И. Герасимова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С.78–79.
70. Риск-ориентированный подход к сохранению профессионального здоровья работников на предприятиях цветной металлургии в Арктической зоне Российской Федерации / А.Н. Никанов, В.П. Чащин, И.В. Дардынская [и др.] // Экология человека. – 2019. – № 2. – С. 12–20.
71. Роль производственного шума в формировании профессиональной и общесоматической патологии у горнорабочих / Э.Р. Шайхлисламова, А.Д. Волгарева, Л.К. Каримова [и др.] // Санитарный врач. – 2017. – № 7. – С. 21–27.
72. Роль системы оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда в организации / М.А. Садовников, Г.Г. Попов, Д.В. Семин, А.А. Рыжкова // Вестник аграрной науки Дона. – 2019. – № 4 (48). – С. 102–107.
73. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006–05 [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно–технических документов. – 2021. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения 06.02.2023).
74. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно–методические основы, принципы и критерии оценки: Руководство. Р 2.2.1766–03. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с.



75. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920–04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора. – 2004. – 144 с.

76. Румянцева, Н.В. Подходы к оценке профессионального риска / Н.В. Румянцева, Ю.В. Логвинова, А.И. Ульянов // Научные труды КубГТУ. – 2019. – № 3. – С. 441–448.

77. Санитарно-гигиеническая оценка условий труда пилотов гражданской авиации / И.В. Бухтияров, Е.В. Зибарев, Н.Н. Курьеров, О.В. Иммель // Гигиена и санитария – 2021. – Т. 100. – № 10. – С. 1084–1094.

78. Санитарно-гигиеническое исследование профессиональных нарушений органа слуха у работников буровых установок / П.А. Крупнов, Л.А. Кушнир, Н.В. Горбунов, М.Г. Шайдаков // Экология человека. – 2007. – № 12. – С. 53–58.

79. Санитарно-эпидемиологические детерминанты и ассоциированный с ними потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 14–17.

80. Саноева, М.Ж. Современный взгляд к проблеме мигрени (обзорная статья) / М.Ж. Саноева, Ф.С. Саидвалиев, М.А. Гулова // Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. – 2016. – Т. 3. – № 3 (14). – С. 59–66.

81. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – 2023. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=lh0ad1qqo595828189> (дата обращения 06.02.2023).

82. Сетко, Н.П. Современные аспекты безопасности труда рабочих, занятых вторичной обработкой цветных металлов (обзор литературы) / Н.П.

Сетко, Е.В. Булычева, Н.Н. Апрелева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 11. – С. 710–714.

83. Ситдикова, И.Д. Риски нарушения репродуктивного здоровья у мужчин, занятых на предприятиях авиастроения / И.Д. Ситдикова, Т.В. Иванова, М.В. Малеев // Практическая медицина. – 2015. – № 4–2. – С. 125–127.

84. Состояние здоровья работников обогатительных фабрик при современных технологиях обогащения полезных ископаемых и меры профилактики / А.В. Сухова, Е.А. Преображенская, А.В. Ильницкая, В.А. Кирьяков // Здравоохранение Российской Федерации. – 2017. – № 61 (4). – С. 196–201.

85. СП 2.2.3670–20 «Санитарно–эпидемиологические требования к условиям труда» [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно–технических документов. – 2023. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения 06.02.2023).

86. Сравнительный анализ результатов оценки профессионального риска на основе различных методических подходов / Н.И. Симонова, И.В. Низяева, С.Г. Назаров [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 1. – С. 13–19.

87. Сучков, И.А. Коррекция эндотелиальной дисфункции: современное состояние проблемы (обзор литературы) // Российский медико–биологический вестник им. акад. И.П. Павлова. – 2012. – № 4. – С. 151–157.

88. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно–технической документации. – 2021. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664/> (дата обращения: 06.02.2023).

89. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс] / Информационно–правовой портал. – 2021. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (дата обращения: 06.02.2023).

90. Управление индивидуальным профессиональным риском на рабочем месте в условиях информационной умственной нагрузки / А.В. Зувев, Т.Н. Васильева, М.М. Некрасова, И.В. Федотова // Безопасность и охрана труда. – 2020. – № 3. – С. 42–46.

91. Факторы и показатели профессионального риска при добыче нефти / Г.Г. Гимранова, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова [и др.] // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2014. – № 1. – С. 72–75.

92. Факторы рабочей среды и трудового процесса на предприятиях цветной металлургии Республики Башкортостан и профессиональное здоровье работников / А.Б. Бакиров, Р.М. Такаев, Н.С. Кондрова, Э.Р. Шайхлисламова // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 7. – С. 4–10.

93. Факторы риска для репродуктивного здоровья мужчин трудоспособного возраста / И.Д. Ситдикова, Л.А. Балабанова, А.А. Имамов [и др.] // Практическая медицина. – 2014. – № 1–4 (80). – С. 107–110.

94. Федеральный закон «О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. № 52–ФЗ [Электронный ресурс] / Законодательство России. – 2023. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102058898> (дата обращения 06.02.2023).

95. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. № 184–ФЗ [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно–технических документов. – 2023. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901836556> (дата обращения 06.02.2023).

96. Фролов, Д.В. Экономическая составляющая безопасного труда / Д.В. Фролов // Охрана и экономика труда. – 2011. – № 3. – С. 22–27.

97. Чашин, В.П. Актуальные проблемы биомедицины и этики в профпатологии / В.П. Чашин // Материалы II Всероссийского съезда врачей–профпатологов. – Ростов-на-Дону: Полиграфист – 2006. – С. 467–469.

98. Чеботарев, А.Г. Гигиеническая оценка шума и патологии органа слуха у рабочих горно-металлургических предприятий / А.Г. Чеботарев, М.В.

Булгакова, О.О. Хахилева // Горная промышленность. – 2017. – № 2 (132). – С. 64–66.

99. Чечет, Е.А. Вестибулярная мигрень у пациента с хронической головной болью напряжения, лекарственно–индуцированной головной болью и тревожным расстройством / Е.А. Чечет, В.А. Парфенов // Неврологический журнал. – 2017. – Т. 22. – № 2. – С. 97–104.

100. Шайхлисламова, Э.Р. Профессиональная патология, вызванная воздействием шумовибрационного фактора в Республике Башкортостан: динамика, клинические особенности / Э.Р. Шайхлисламова, А.Д. Волгарева // Безопасность и охрана труда. – 2019. – № 4 (81). – С. 38–41.

101. Шаповалова, В.П. Состояние липидного обмена при воздействии шума и алюминиевой пыли / В.П. Шаповалова, Т.В. Рыжова, В.М. Рыжов // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 7. – С. 18–20.

102. Шляпников, Д.М. Гигиеническая оценка риска развития артериальной гипертензии и эффекта профилактических мер по его минимизации у работников предприятий по добыче калийных солей в условиях подземных работ: автореф. дис. ... канд. мед. наук. / Дмитрий Михайлович Шляпников – Пермь, 2016.– 24 с.

103. Шугаипова, И.В. Условия труда, состояние и оптимизация здоровья горнорабочих Крайнего Севера: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. / Ирина Вадутовна Шугаипова – Москва, 2007. – 25 с.

104. A new risk assessment approach: Safety and Critical Effect Analysis (SCEA) and its extension with Pythagorean fuzzy sets / A. Karasan, E. Ilbahar, S. Cebi, C. Kahraman // Safety Science. – 2018. – Vol. 108. – P. 173–187.

105. Alonso, A.L. Fuzzy Logic Assisted Diagnosis for Atherogenesis Risk / A.L. Alonso, O.A. Rosas–Jaimes, J.A. Suarez–Cuenca // IFAC Proceedings Volumes. – Vol. 46 (31). – 2013. – P. 244–248.

106. Aven, T. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation / T. Aven // European Journal of Operational Research. – 2016. – Vol. 253 (1). – P. 1–13.

107. Cebi, S. A New Fuzzy Based Risk Assessment Approach for the Analysis of Occupational Risks in Manufacturing Sector / S. Cebi, M. Karamustafa // *Intelligent and Fuzzy Systems: Digital Acceleration and The New Normal—Proceedings of the INFUS 2022 Conference*, Vol. 1. – Cham : Springer International Publishing, 2022. – P. 261–270.
108. Chronic occupational noise exposure: effects on DNA damage, blood pressure, and serum biochemistry / M. B. Hosseinabadi, N. Khanjani, T. Münzel et al. // *Mutation Research / Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. – 2019. – Vol. 841. – P. 17–22.
109. Contribution of occupational risk factors to the global burden of disease—a summary of findings / M. Fingerhut, T. Driscoll, D.I. Nelson, et al. // *Scand J Work Environ Health*. – 2005. – Vol. 1. – P. 59–61.
110. Darvishi, E. The combined effects of occupational exposure to noise and other risk factors - a systematic review / R. Golmohammadi, E. Darvishi // *Noise & Health*. – 2019. – Vol. 21 (101). – P. 125.
111. Exposure modifiers of the relationships of transportation noise with high blood pressure and noise annoyance / W. Babisch, W. Swart, D. Houthuijs et al. // *J. Acoust. Soc. Am.* – 2012. – Vol. 132 (6). – P. 3788–3808.
112. Exposure to noise and ototoxic chemicals in the Australian workforce / K. Lewkowski, J. Heyworth, E. Ytterstad et al. // *Occupational and Environmental Medicine*. – 2019. – Vol. 76 (5). – P. 341–348.
113. Feasibility of a daily noise monitoring intervention for prevention of noise-induced hearing loss / P. Rabinowitz, D. Galusha, L.F. Cantley et al. // *Occupational and Environmental Medicine*. – 2021. – Vol. 78 (11). – P. 835–840.
114. Fishburn P.C. *Decision and Value Theory* / P.C. Fishburn. // N. Y. : John Wiley & Sons, 1964. – 437 p.
115. Fraction of acute work-related injuries attributable to hazardous occupational noise across the USA in 2019 / A. Shkempi, L. Smith, B. Roberts et al. // *Occupational and Environmental Medicine*. – 2022. – Vol. 79. – P. 304–307.

116. Fuzzy decision support systems to diagnose musculoskeletal disorders: A systematic literature review / M. Farzandipour, E. Nabovati, S. Saeedi, E. Fakharian // *Comput. Methods Programs Biomed.* – 2018. – Vol. 163. – P. 101–109.
117. Fuzzy logic based risk assessment system giving individualized advice for metabolic syndrome and fatal cardiovascular diseases / H. Korkmaz, E. Canayaz, A.S. Birtane, Z.A. Altikardes // *Technol. Health Care.* – 2019. – Vol. 27 (1). – P. 59–66.
118. Gunnarsson, L.G. Occupational exposures and neurodegenerative diseases – a systematic literature review and meta–analyses / L.G. Gunnarsson, L. Bodin // *International Journal of Environmental Research and Public Health.* – 2019. – Vol. 16 (3). – P. 337.
119. Hedner, T. Endothelial Dysfunction – A Challenge for Hypertension Research / T. Hedner // *Blood Pressure.* – 2000. – Vol. 9. – P. 2–3.
120. High blood pressure and long-term exposure to indoor noise and air pollution from road traffic / M. Foraster, N. Künzli, I. Aguilera et al. // *Environmental Health Perspectives.* – 2014. – Vol. 122 (11). – P. 1193–1200.
121. Holzhammer, J. Non-alimentary trigger factors of migraine and tension–type headache / J. Holzhammer, C. Wöber // *Der Schmerz.* – 2006. – Vol. 20. – P. 226–37.
122. Iftime, M.D. Ciobanu Chainsaw operators' exposure to occupational risk factors and incidence of professional diseases specific to the forestry field / M.D. Iftime, A.E. Dumitrascu, V.D. Ciobanu // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics.* – 2022. – Vol. 28. (1). – P. 8–19.
123. Karamustafa, M. A new model for the occupational health and safety risk assessment process: Neutrosophic FMEA / M. Karamustafa, S. Ceb // *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University.* – 2022. – Vol. 38 (1). – P. 29–43.
124. Kuang, D. Bilateral high–frequency hearing loss is associated with elevated blood pressure and increased hypertension risk in occupational noise exposed workers / D. Kuang, Y.Y. Yu, C. Tu // *PloS one.* – 2019. – Vol. 14. – №. 9. – P. 1–11.

125. Marica, L. Aspects of occupational morbidity in the mining sector / L. Marica, S. Irimie, V. Baleanu // *Procedia economics and finance*. – 2015. – Vol. 23. – P. 146–151.
126. Miranda, G.H. Computer-aided diagnosis system based on fuzzy logic for breast cancer categorization / G.H. Miranda, J.C. Felipe // *Comput. Biol. Med.* – 2015. – Vol. 64. – P. 334–46.
127. Nowak, M. Occupational risk assessment with grey system theory / M. Nowak, R. Mierzwiak, M. Butlewski // *Central European Journal of Operations Research*. – 2020. – Vol. 28 (2). – P. 717–732.
128. Occupational noise and hypertension risk: a systematic review and meta-analysis / U. Bolm-Audorff, J. Hegewald, A. Pretzsch et al. // *International journal of environmental research and public health*. – 2020. – Vol. 17 (17). – P. 1–25.
129. Occupational noise exposure and hearing defects among sawmill workers in the south of Thailand / P. Thepaksorn, A. Koizumi, K. Harada et al. // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2019. – Vol. 25 (3). – P. 458–466.
130. Occupational noise: Auditory and non-auditory consequences / A. Sheppard, M. Ralli, A. Gilardi, R. Salvi // *International journal of environmental research and public health*. – 2020. – Vol. 17 (23). – P. 1 – 15.
131. Occupational risk for post-traumatic stress disorder and trauma-related depression: a systematic review with meta-analysis / G. Petereit-Haack, U. Bolm-Audorff, K. Romero Starke, A. Seidler // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2020. – Vol. 17 (24). – P. 1–21.
132. Papadakis, G.A. The exposure-damage approach in the quantification of occupational risk in workplaces involving dangerous substances / G.A. Papadakis, A.A. Chalkidou // *Safety Science*. – 2008. – Vol. 46 (6). – P. 972–991.
133. Park, S. Role of Inflammation in the Pathogenesis of Arterial Stiffness / S. Park // *Yonsei Med J*. – 2012. – Vol. 53 (2). – P. 258–261.
134. Pretzsch, A. Health effects of occupational noise / A. Pretzsch, A. Seidler, J. Hegewald // *Current pollution reports*. – 2021. – Vol. 7. – P. 344–358.

135. Quantification of occupational and community risk factors for SARS-CoV-2 seropositivity among health care workers in a large US health care system / J. M. Baker, K. N. Nelson, E. Overton et al. // *Annals of internal medicine*. – 2021. – Vol. 174 (5). – P. 649–654.
136. Quantitative differences between common occupational health risk assessment models / Q. Xu, F. Yu, F. Li et al. // *Journal of Occupational Health*. – 2020. – Vol. 62 (1). – P. 1–11.
137. Risk Acceptance Criteria and Risk Based Damage Stability. Final Report, part 1: Risk Acceptance Criteria European Maritime Safety Agency. 2015. 133 p.
138. Steppan J. Vascular Stiffness and Increased Pulse Pressure in the Aging Cardiovascular System / J. Steppan // *Cardiology Research and Practice*. – 2011. – Vol. 2011. – P. 263–285.
139. Syurin, S. Occupational disease claims and non-occupational morbidity in a prospective cohort observation of nickel electrolysis workers / S. Syurin, D. Vinnikov // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12 (1). – P. 1–7.
140. The effect of noise on the human body, in particular, on cardiovascular diseases / E. Staseva, M. Kvitkina, A. Litvinov et al. // *E3S Web of Conferences*. – EDP Sciences, 2020. – Vol. 164. – P. 1–8.
141. The global burden of occupational noise-induced hearing loss / D.I. Nelson, R.Y. Nelson, M. Concha-Barrientos, M. Fingerhut // *American Journal of Industrial Medicine* – 2005. – Vol. 48 (6). – P. 446–458.
142. The influence of occupational noise exposure on cardiovascular and hearing conditions among industrial workers / X. Li, Q. Dong, B. Wang et al. // *Scientific Reports*. – 2019. – Vol. 9 (1). – P. 1–7.
143. The relationship between psychosocial risk and occupational functioning among miners / A. Moscicka-Teske, J. Sadtowska-Wrzesinska, A. Najder, M. Butlewski // *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. – 2019. – Vol. 32 (1). – P. 87–98.
144. Themann, C.L. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden / C.L.



Themann, E.A. Masterson // *The Journal of the Acoustical Society of America*. – 2019. – Vol. 146 (5). – P. 3879–3905.

145. Versari, D. Endothelial Dysfunction as a Target for Prevention of Cardiovascular Disease / D. Versari // *Diabetes Care*. – 2009. – Vol. 32 (2). – P. 314–321.

146. WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational noise and of the effect of exposure to occupational noise on cardiovascular disease / L.R. Teixeira, T.M. Azevedo, A. Bortkiewicz et al. // *Environment international*. – 2019. – Vol. 125. – P. 567–578.

147. Wöber, C. Triggers of migraine and tension-type headache / C. Wöber, C. Wöber-Bingöl // *Handbook of Clinical Neurology*. – 2010. – Vol. 97. – P.161–172.

148. Yazdi, M. An extension to Fuzzy Developed Failure Mode and Effects Analysis (FDFMEA) application for aircraft landing system / M. Yazdi, S. Daneshvar, H. Setareh // *Safety Science*. – 2017. – Vol. 98. – P. 113–123.

149. Zadeh, L. A. Fuzzy logic and approximate reasoning: In memory of grigore moisil / L. A. Zadeh // *Synthese*. – 1975. – T. 30. – C. 407-428.

150. Zwetsloot, G. Success factors for OSH implementation. Opening the black box of OSH realisation / G. Zwetsloot, B. Schmitt-Howe, K.T. Nielsen // *Policy and Practice in Health and Safety*. – 2020. – Vol. 18 (2). – P. 196–210.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### Уровни персонального риска, обусловленные развитием НСТ, на момент исследования

Таблица А.1 – Уровни персонального риска, обусловленные развитием НСТ, на момент исследования

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
1	36	10	82	820	0,006553	2,10E-03
2	24	2	81	162	6,74E-05	2,16E-05
3	48	21	82	1722	0,024326	7,78E-03
4	32	8	80	640	0,003708	1,19E-03
5	34	10	82	820	0,005124	1,64E-03
6	43	21	80	1680	0,015624	5,00E-03
7	45	20	80	1600	0,018452	5,90E-03
8	36	8	82	656	0,006331	2,03E-03
9	45	5	82	410	0,015256	4,88E-03
10	58	37	81	2997	0,063619	2,04E-02
11	39	17	80	1360	0,010079	3,23E-03
12	29	3	81	243	0,001892	6,05E-04
13	44	22	80	1760	0,017318	5,54E-03
14	38	2	81	162	0,007209	2,31E-03
15	58	26	80	2080	0,056357	1,80E-02
16	24	0	82	0	0	0
17	44	9	82	738	0,014683	4,70E-03
18	39	9	82	738	0,008989	2,88E-03
19	34	10	80	800	0,005101	1,63E-03
20	48	9	82	738	0,020963	6,71E-03
21	36	15	82	1230	0,007129	2,28E-03
22	52	25	82	2050	0,035352	1,13E-02
23	22	0	82	0	0	0
24	25	3	82	246	0,000417	1,34E-04
25	34	9	82	738	0,005028	1,61E-03
26	21	1	82	82	0	0
27	36	12	80	960	0,006746	2,16E-03
28	28	0	82	0	0,001313	4,20E-04
29	49	27	80	2160	0,028195	9,02E-03
30	48	17	82	1394	0,023158	7,41E-03
31	24	0	82	0	0	0
32	52	26	80	2080	0,035502	1,14E-02

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
33	23	2	82	164	0	0
34	31	2	82	164	0,002741	8,77E-04
35	27	5	82	410	0,00121	3,87E-04
36	29	2	82	164	0,001832	5,86E-04
37	40	10	80	800	0,010082	3,23E-03
38	30	0	82	0	0,002139	6,84E-04
39	37	3	82	246	0,006537	2,09E-03
40	38	8	82	656	0,00795	2,54E-03
41	35	8	82	656	0,005606	1,79E-03
42	39	19	80	1520	0,010374	3,32E-03
43	37	16	82	1312	0,008097	2,59E-03
44	21	0	82	0	0	0
45	42	18	80	1440	0,013692	4,38E-03
46	45	3	81	243	0,014845	4,75E-03
47	27	0	82	0	0,000943	3,02E-04
48	51	28	80	2240	0,033536	1,07E-02
49	48	1	82	82	0,018942	6,06E-03
50	26	0	82	0	0,000599	1,92E-04
51	48	9	82	738	0,020963	6,71E-03
52	55	17	82	1394	0,040833	1,31E-02
53	22	2	82	164	0	0
54	57	25	80	2000	0,051716	1,65E-02
55	27	3	82	246	0,001101	3,52E-04
56	42	8	82	656	0,011986	3,84E-03
57	35	15	82	1230	0,006348	2,03E-03
58	54	5	81	405	0,032829	1,05E-02
59	27	3	82	246	0,001101	3,52E-04
60	26	0	82	0	0,000599	1,92E-04
61	41	8	82	656	0,010865	3,48E-03
62	51	26	82	2132	0,033023	1,06E-02
63	45	16	82	1312	0,017633	5,64E-03
64	30	2	82	164	0,00227	7,26E-04
65	43	12	82	984	0,013936	4,46E-03
66	46	13	82	1066	0,018532	5,93E-03
67	48	24	80	1920	0,025054	8,02E-03
68	41	15	82	1230	0,012011	3,84E-03
69	55	15	80	1200	0,039747	1,27E-02
70	29	1	82	82	0,001771	5,67E-04
71	49	27	80	2160	0,028195	9,02E-03
72	32	3	82	246	0,003326	1,06E-03
73	36	4	81	324	0,005897	1,89E-03

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
74	53	9	82	738	0,031771	1,02E-02
75	48	27	80	2160	0,025961	8,31E-03
76	36	17	82	1394	0,007368	2,36E-03
77	44	20	80	1600	0,016883	5,40E-03
78	23	1	82	82	0	0
79	49	28	80	2240	0,028525	9,13E-03
80	33	11	82	902	0,004575	1,46E-03
81	35	16	80	1280	0,006415	2,05E-03
82	41	15	80	1200	0,011949	3,82E-03
83	54	31	80	2480	0,043896	1,40E-02
84	49	26	82	2132	0,02808	8,99E-03
85	55	28	80	2240	0,045876	1,47E-02
86	43	14	80	1120	0,014254	4,56E-03
87	51	17	82	1394	0,0297	9,50E-03
88	36	8	82	656	0,006331	2,03E-03
89	34	10	82	820	0,005124	1,64E-03
90	42	10	82	820	0,012329	3,95E-03
91	34	10	80	800	0,005101	1,63E-03
92	54	12	80,2	962,4	0,035533	1,14E-02
93	46	18	82	1476	0,019754	6,32E-03
94	31	2	85	170	0,002747	8,79E-04
95	32	7	85	595	0,003664	1,17E-03
96	49	7	85	595	0,022344	7,15E-03
97	27	3	85	255	0,001107	3,54E-04
98	35	6	85	510	0,005427	1,74E-03
99	37	4	85	340	0,006666	2,13E-03
100	34	4	85	340	0,004575	1,46E-03
101	38	10	85	850	0,008254	2,64E-03
102	49	18	85	1530	0,025701	8,22E-03
103	57	33	85	2805	0,057593	1,84E-02
104	45	21	85	1785	0,018993	6,08E-03
105	47	26	80	2080	0,023595	7,55E-03
106	57	34	80	2720	0,056946	1,82E-02
107	51	29	80	2320	0,033919	1,09E-02
108	30	6	80	480	0,002531	8,10E-04
109	25	5	80	400	0,000505	1,62E-04
110	32	5	82,5	412,5	0,003485	1,12E-03
111	25	2	82,5	165	0,000372	1,19E-04
112	42	6	82,5	495	0,011657	3,73E-03
113	37	6	82,5	495	0,006882	2,20E-03
114	28	4	82,5	330	0,001543	4,94E-04

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
115	40	14	82,5	1155	0,010745	3,44E-03
116	36	11	82,5	907,5	0,006673	2,14E-03
117	48	19	80	1520	0,023601	7,55E-03
118	42	17	80	1360	0,01351	4,32E-03
119	58	32	82,5	2640	0,0607	1,94E-02
120	57	25	82,5	2062,5	0,052153	1,67E-02
121	45	21	82,5	1732,5	0,018838	6,03E-03
122	41	20	82,5	1650	0,012905	4,13E-03
123	48	27	82,5	2227,5	0,026221	8,39E-03
124	48	23	82,5	1897,5	0,02497	7,99E-03
125	55	30	82,5	2475	0,047369	1,52E-02
126	32	7	82	574	0,003643	1,17E-03
127	37	2	82	164	0,006425	2,06E-03
128	27	4	82	328	0,001155	3,70E-04
129	25	2	82	164	0,000371	1,19E-04
130	32	6	82	492	0,003562	1,14E-03
131	33	4	82	328	0,003961	1,27E-03
132	36	2	82	164	0,005694	1,82E-03
133	27	5	82	410	0,00121	3,87E-04
134	27	6	82	492	0,001265	4,05E-04
135	28	4	82	328	0,001541	4,93E-04
136	37	12	82	984	0,007593	2,43E-03
137	44	16	82	1312	0,016121	5,16E-03
138	45	10	82	820	0,016303	5,22E-03
139	33	11	82	902	0,004575	1,46E-03
140	51	21	82	1722	0,03114	9,96E-03
141	51	6	80,2	481,2	0,025988	8,32E-03
142	53	32	82,1	2627,2	0,041457	1,33E-02
143	29	7	82,8	579,6	0,002153	6,89E-04
144	35	6	82,8	496,8	0,00541	1,73E-03
145	34	5	82,8	414	0,004657	1,49E-03
146	44	18	82,8	1490,4	0,016589	5,31E-03
147	37	12	82,8	993,6	0,007608	2,43E-03
148	39	11	82,8	910,8	0,009283	2,97E-03
149	43	18	82,8	1490,4	0,015149	4,85E-03
150	48	25	82,8	2070	0,025618	8,20E-03
151	33	4	82	328	0,003961	1,27E-03
152	41	6	82	492	0,010553	3,38E-03
153	44	4	82	328	0,013719	4,39E-03
154	42	3	82	246	0,01116	3,57E-03
155	48	21	82	1722	0,024326	7,78E-03

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
156	34	6	82	492	0,004745	1,52E-03
157	44	23	82	1886	0,017667	5,65E-03
158	47	25	82	2050	0,023489	7,52E-03
159	53	28	80,2	2245,6	0,039317	1,26E-02
160	32	9	80	720	0,003788	1,21E-03
161	56	31	80	2480	0,051149	1,64E-02
162	59	38	80	3040	0,068846	2,20E-02
163	42	19	80	1520	0,013876	4,44E-03
164	57	36	80	2880	0,05817	1,86E-02
165	46	23	80	1840	0,020893	6,69E-03
166	52	21	80	1680	0,033544	1,07E-02
167	33	5	80	400	0,004036	1,29E-03
168	48	24	80,2	1924,8	0,025072	8,02E-03
169	25	1	83,7	83,7	0,000327	1,04E-04
170	42	6	83,7	502,2	0,011671	3,73E-03
171	30	1	83,7	83,7	0,002206	7,06E-04
172	34	5	83,7	418,5	0,004662	1,49E-03
173	25	3	83,7	251,1	0,00042	1,34E-04
174	24	1	83,7	83,7	2,7E-05	8,64E-06
175	41	19	83,7	1590,3	0,012775	4,09E-03
176	59	26	83,7	2176,2	0,06149	1,97E-02
177	49	30	83,7	2511	0,029671	9,49E-03
178	27	4	83,7	334,8	0,00116	3,71E-04
179	53	32	83,7	2678,4	0,041751	1,34E-02

**Приложение Б**  
**Прогнозные уровни персонального риска, обусловленные развитием**  
**НСТ, к моменту достижения возраста 65 лет**

Таблица Б.1 – Прогнозные уровни персонального риска, обусловленные развитием НСТ, к моменту достижения возраста 65 лет

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
1	65	39	82	3198,00	0,107413	3,22E-02
2	65	43	81	3483,00	0,111206	3,34E-02
3	65	38	82	3116,00	0,106342	3,19E-02
4	65	41	80	3280,00	0,108493	3,25E-02
5	65	41	82	3362,00	0,109582	3,29E-02
6	65	43	80	3440,00	0,110627	3,32E-02
7	65	40	80	3200,00	0,10744	3,22E-02
8	65	37	82	3034,00	0,105281	3,16E-02
9	65	25	82	2050,00	0,093224	2,80E-02
10	65	44	81	3564,00	0,112305	3,37E-02
11	65	43	80	3440,00	0,110627	3,32E-02
12	65	39	81	3159,00	0,106903	3,21E-02
13	65	43	80	3440,00	0,110627	3,32E-02
14	65	29	81	2349,00	0,096756	2,90E-02
15	65	33	80	2640,00	0,100303	3,01E-02
16	65	41	82	3362,00	0,109582	3,29E-02
17	65	30	82	2460,00	0,098096	2,94E-02
18	65	35	82	2870,00	0,103184	3,10E-02
19	65	41	80	3280,00	0,108493	3,25E-02
20	65	26	82	2132,00	0,094182	2,83E-02
21	65	44	82	3608,00	0,112905	3,39E-02
22	65	38	82	3116,00	0,106342	3,19E-02
23	65	43	82	3526,00	0,111788	3,35E-02
24	65	43	82	3526,00	0,111788	3,35E-02
25	65	40	82	3280,00	0,108493	3,25E-02
26	65	45	82	3690,00	0,114032	3,42E-02
27	65	41	80	3280,00	0,108493	3,25E-02
28	65	37	82	3034,00	0,105281	3,16E-02
29	65	43	80	3440,00	0,110627	3,32E-02
30	65	34	82	2788,00	0,102149	3,06E-02
31	65	41	82	3362,00	0,109582	3,29E-02
32	65	39	80	3120,00	0,106394	3,19E-02
33	65	44	82	3608,00	0,112905	3,39E-02
34	65	36	82	2952,00	0,104228	3,13E-02

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
35	65	43	82	3526,00	0,111788	3,35E-02
36	65	38	82	3116,00	0,106342	3,19E-02
37	65	35	80	2800,00	0,1023	3,07E-02
38	65	35	82	2870,00	0,103184	3,10E-02
39	65	31	82	2542,00	0,099096	2,97E-02
40	65	35	82	2870,00	0,103184	3,10E-02
41	65	38	82	3116,00	0,106342	3,19E-02
42	65	45	80	3600,00	0,112796	3,38E-02
43	65	44	82	3608,00	0,112905	3,39E-02
44	65	44	82	3608,00	0,112905	3,39E-02
45	65	41	80	3280,00	0,108493	3,25E-02
46	65	23	81	1863,00	0,091072	2,73E-02
47	65	38	82	3116,00	0,106342	3,19E-02
48	65	42	80	3360,00	0,109556	3,29E-02
49	65	18	82	1476,00	0,086753	2,60E-02
50	65	39	82	3198,00	0,107413	3,22E-02
51	65	26	82	2132,00	0,094182	2,83E-02
52	65	27	82	2214,00	0,095148	2,85E-02
53	65	45	82	3690,00	0,114032	3,42E-02
54	65	33	80	2640,00	0,100303	3,01E-02
55	65	41	82	3362,00	0,109582	3,29E-02
56	65	31	82	2542,00	0,099096	2,97E-02
57	65	45	82	3690,00	0,114032	3,42E-02
58	65	16	81	1296,00	0,084805	2,54E-02
59	65	41	82	3362,00	0,109582	3,29E-02
60	65	39	82	3198,00	0,107413	3,22E-02
61	65	32	82	2624,00	0,100105	3,00E-02
62	65	40	82	3280,00	0,108493	3,25E-02
63	65	36	82	2952,00	0,104228	3,13E-02
64	65	37	82	3034,00	0,105281	3,16E-02
65	65	34	82	2788,00	0,102149	3,06E-02
66	65	32	82	2624,00	0,100105	3,00E-02
67	65	41	80	3280,00	0,108493	3,25E-02
68	65	39	82	3198,00	0,107413	3,22E-02
69	65	25	80	2000,00	0,092645	2,78E-02
70	65	37	82	3034,00	0,105281	3,16E-02
71	65	43	80	3440,00	0,110627	3,32E-02
72	65	36	82	2952,00	0,104228	3,13E-02
73	65	33	81	2673,00	0,100712	3,02E-02
74	65	21	82	1722,00	0,089477	2,68E-02
75	65	44	80	3520,00	0,111707	3,35E-02



№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
76	65	46	82	3772,00	0,115167	3,46E-02
77	65	41	80	3280,00	0,108493	3,25E-02
78	65	43	82	3526,00	0,111788	3,35E-02
79	65	44	80	3520,00	0,111707	3,35E-02
80	65	43	82	3526,00	0,111788	3,35E-02
81	65	46	80	3680,00	0,113894	3,42E-02
82	65	39	80	3120,00	0,106394	3,19E-02
83	65	42	80	3360,00	0,109556	3,29E-02
84	65	42	82	3444,00	0,110681	3,32E-02
85	65	38	80	3040,00	0,105358	3,16E-02
86	65	36	80	2880,00	0,103311	3,10E-02
87	65	31	82	2542,00	0,099096	2,97E-02
88	65	37	82	3034,00	0,105281	3,16E-02
89	65	41	82	3362,00	0,109582	3,29E-02
90	65	33	82	2706,00	0,101122	3,03E-02
91	65	41	80	3280,00	0,108493	3,25E-02
92	65	23	80,2	1844,60	0,090862	2,73E-02
93	65	37	82	3034,00	0,105281	3,16E-02
94	65	36	85	3060,00	0,105616	3,17E-02
95	65	40	85	3400,00	0,11009	3,30E-02
96	65	23	85	1955,00	0,092125	2,76E-02
97	65	41	85	3485,00	0,111233	3,34E-02
98	65	36	85	3060,00	0,105616	3,17E-02
99	65	32	85	2720,00	0,101297	3,04E-02
100	65	35	85	2975,00	0,104522	3,14E-02
101	65	37	85	3145,00	0,10672	3,20E-02
102	65	34	85	2890,00	0,103438	3,10E-02
103	65	41	85	3485,00	0,111233	3,34E-02
104	65	41	85	3485,00	0,111233	3,34E-02
105	65	44	80	3520,00	0,111707	3,35E-02
106	65	42	80	3360,00	0,109556	3,29E-02
107	65	43	80	3440,00	0,110627	3,32E-02
108	65	41	80	3280,00	0,108493	3,25E-02
109	65	45	80	3600,00	0,112796	3,38E-02
110	65	38	82,5	3135,00	0,10659	3,20E-02
111	65	42	82,5	3465,00	0,110964	3,33E-02
112	65	29	82,5	2392,50	0,097279	2,92E-02
113	65	34	82,5	2805,00	0,102363	3,07E-02
114	65	41	82,5	3382,50	0,109856	3,30E-02
115	65	39	82,5	3217,50	0,107669	3,23E-02
116	65	40	82,5	3300,00	0,108758	3,26E-02

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
117	65	36	80	2880,00	0,103311	3,10E-02
118	65	40	80	3200,00	0,10744	3,22E-02
119	65	39	82,5	3217,50	0,107669	3,23E-02
120	65	33	82,5	2722,50	0,101328	3,04E-02
121	65	41	82,5	3382,50	0,109856	3,30E-02
122	65	44	82,5	3630,00	0,113207	3,40E-02
123	65	44	82,5	3630,00	0,113207	3,40E-02
124	65	40	82,5	3300,00	0,108758	3,26E-02
125	65	40	82,5	3300,00	0,108758	3,26E-02
126	65	40	82	3280,00	0,108493	3,25E-02
127	65	30	82	2460,00	0,098096	2,94E-02
128	65	42	82	3444,00	0,110681	3,32E-02
129	65	42	82	3444,00	0,110681	3,32E-02
130	65	39	82	3198,00	0,107413	3,22E-02
131	65	36	82	2952,00	0,104228	3,13E-02
132	65	31	82	2542,00	0,099096	2,97E-02
133	65	43	82	3526,00	0,111788	3,35E-02
134	65	44	82	3608,00	0,112905	3,39E-02
135	65	41	82	3362,00	0,109582	3,29E-02
136	65	40	82	3280,00	0,108493	3,25E-02
137	65	37	82	3034,00	0,105281	3,16E-02
138	65	30	82	2460,00	0,098096	2,94E-02
139	65	43	82	3526,00	0,111788	3,35E-02
140	65	35	82	2870,00	0,103184	3,10E-02
141	65	20	80,2	1604,00	0,088161	2,64E-02
142	65	44	82,1	3612,40	0,112966	3,39E-02
143	65	43	82,8	3560,40	0,112256	3,37E-02
144	65	36	82,8	2980,80	0,104596	3,14E-02
145	65	36	82,8	2980,80	0,104596	3,14E-02
146	65	39	82,8	3229,20	0,107823	3,23E-02
147	65	40	82,8	3312,00	0,108917	3,27E-02
148	65	37	82,8	3063,60	0,105663	3,17E-02
149	65	40	82,8	3312,00	0,108917	3,27E-02
150	65	42	82,8	3477,60	0,111134	3,33E-02
151	65	36	82	2952,00	0,104228	3,13E-02
152	65	30	82	2460,00	0,098096	2,94E-02
153	65	25	82	2050,00	0,093224	2,80E-02
154	65	26	82	2132,00	0,094182	2,83E-02
155	65	38	82	3116,00	0,106342	3,19E-02
156	65	37	82	3034,00	0,105281	3,16E-02
157	65	44	82	3608,00	0,112905	3,39E-02

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	Шум*стаж	P (НСТ)	R (НСТ)
1	2	3	4	5	6	7
158	65	43	82	3526,00	0,111788	3,35E-02
159	65	40	80,2	3208,00	0,107545	3,23E-02
160	65	42	80	3360,00	0,109556	3,29E-02
161	65	40	80	3200,00	0,10744	3,22E-02
162	65	44	80	3520,00	0,111707	3,35E-02
163	65	42	80	3360,00	0,109556	3,29E-02
164	65	44	80	3520,00	0,111707	3,35E-02
165	65	42	80	3360,00	0,109556	3,29E-02
166	65	34	80	2720,00	0,101297	3,04E-02
167	65	37	80	2960,00	0,10433	3,13E-02
168	65	41	80,2	3288,20	0,108602	3,26E-02
169	65	41	83,7	3431,70	0,110515	3,32E-02
170	65	29	83,7	2427,30	0,0977	2,93E-02
171	65	36	83,7	3013,20	0,105013	3,15E-02
172	65	36	83,7	3013,20	0,105013	3,15E-02
173	65	43	83,7	3599,10	0,112784	3,38E-02
174	65	42	83,7	3515,40	0,111645	3,35E-02
175	65	43	83,7	3599,10	0,112784	3,38E-02
176	65	32	83,7	2678,40	0,100779	3,02E-02
177	65	46	83,7	3850,20	0,116259	3,49E-02
178	65	42	83,7	3515,40	0,111645	3,35E-02
179	65	44	83,7	3682,80	0,113932	3,42E-02

**Приложение В**  
**Уровни персонального риска, обусловленные развитием АГ, на момент исследования**

Таблица В.1 – Уровни персонального риска, обусловленные развитием АГ, на момент исследования

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	шум*стаж	P (АГ)	R (АГ)
1	2	3	4	5	6	7
1	54	12	80,2	962,4	0,178073	4,45E-02
2	46	18	82	1476	0,156512	3,91E-02
3	31	2	85	170	0	0
4	32	7	85	595	0	0
5	49	7	85	595	0,065178	1,63E-02
6	27	3	85	255	0	0
7	35	6	85	510	0	0
8	37	4	85	340	0	0
9	34	4	85	340	0	0
10	38	10	85	850	0	0
11	49	18	85	1530	0,201801	5,05E-02
12	57	33	85	2805	0,471046	1,18E-01
13	45	21	85	1785	0,190645	4,77E-02
14	47	26	80	2080	0,260322	6,51E-02
15	57	34	80	2720	0,461212	1,15E-01
16	51	29	80	2320	0,344269	8,61E-02
17	30	6	80	480	0	0
18	25	5	80	400	0	0
19	32	5	82,5	412,5	0	0
20	25	2	82,5	165	0	0
21	42	6	82,5	495	0	0
22	37	6	82,5	495	0	0
23	28	4	82,5	330	0	0
24	40	14	82,5	1155	0,041036	1,03E-02
25	36	11	82,5	907,5	0	0
26	48	19	80	1520	0,18784	4,70E-02
27	42	17	80	1360	0,091649	2,29E-02
28	58	32	82,5	2640	0,461464	1,15E-01
29	57	25	82,5	2062,5	0,377268	9,43E-02
30	45	21	82,5	1732,5	0,182707	4,57E-02
31	41	20	82,5	1650	0,121539	3,04E-02
32	48	27	82,5	2227,5	0,294773	7,37E-02
33	48	23	82,5	1897,5	0,245133	6,13E-02
34	55	30	82,5	2475	0,410501	1,03E-01
35	32	7	82	574	0	0
36	37	2	82	164	0	0
37	27	4	82	328	0	0

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	шум*стаж	P (АГ)	R (АГ)
1	2	3	4	5	6	7
38	25	2	82	164	0	0
39	32	6	82	492	0	0
40	33	4	82	328	0	0
41	36	2	82	164	0	0
42	27	5	82	410	0	0
43	27	6	82	492	0	0
44	28	4	82	328	0	0
45	37	12	82	984	0	0
46	44	16	82	1312	0,108269	2,71E-02
47	45	10	82	820	0,051124	1,28E-02
48	33	11	82	902	0	0
49	51	21	82	1722	0,25588	6,40E-02
50	51	6	80,2	481,2	0,072131	1,80E-02
51	53	32	82,1	2627,2	0,40892	1,02E-01
52	29	7	82,8	579,6	0	0
53	35	6	82,8	496,8	0	0
54	34	5	82,8	414	0	0
55	44	18	82,8	1490,4	0,134271	3,36E-02
56	37	12	82,8	993,6	0	0
57	39	11	82,8	910,8	0	0
58	43	18	82,8	1490,4	0,122226	3,06E-02
59	48	25	82,8	2070	0,271201	6,78E-02
60	33	4	82	328	0	0
61	41	6	82	492	0	0
62	44	4	82	328	0	0
63	42	3	82	246	0	0
64	48	21	82	1722	0,218482	5,46E-02
65	34	6	82	492	0	0
66	44	23	82	1886	0,193498	4,84E-02
67	47	25	82	2050	0,255787	6,39E-02
68	53	28	80,2	2245,6	0,357025	8,93E-02
69	32	9	80	720	0	0
70	56	31	80	2480	0,421746	1,05E-01
71	59	38	80	3040	0,513865	1,28E-01
72	42	19	80	1520	0,114583	2,86E-02
73	57	36	80	2880	0,479517	1,20E-01
74	46	23	80	1840	0,211447	5,29E-02
75	52	21	80	1680	0,261949	6,55E-02
76	33	5	80	400	0	0
77	48	24	80,2	1924,8	0,249271	6,23E-02
78	25	1	83,7	83,7	0	0
79	42	6	83,7	502,2	0	0
80	30	1	83,7	83,7	0	0
81	34	5	83,7	418,5	0	0

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	шум*стаж	P (АГ)	R (АГ)
1	2	3	4	5	6	7
82	25	3	83,7	251,1	0	0
83	25	1	84,7	84,7	0	0
84	41	19	83,7	1590,3	0,112866	2,82E-02
85	59	26	83,7	2176,2	0,414374	1,04E-01
86	49	30	83,7	2511	0,348074	8,70E-02
87	27	4	83,7	334,8	0	0
88	53	32	83,7	2678,4	0,415573	1,04E-01

**Приложение Г**  
**Прогнозные уровни персонального риска, обусловленные развитием**  
**АГ, к моменту достижения возраста 65 лет**

Таблица Г.1 – Прогнозные уровни персонального риска, обусловленные развитием АГ, к моменту достижения возраста 65 лет

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	шум*стаж	P (АГ)	R (АГ)
1	2	3	4	5	6	7
1	65	23	80,2	1844,6	0,434854	1,09E-01
2	65	37	82	3034	0,558457	1,40E-01
3	65	36	85	3060	0,560607	1,40E-01
4	65	40	85	3400	0,586654	1,47E-01
5	65	23	85	1955	0,44839	1,12E-01
6	65	41	85	3485	0,592586	1,48E-01
7	65	36	85	3060	0,560607	1,40E-01
8	65	32	85	2720	0,530654	1,33E-01
9	65	35	85	2975	0,553493	1,38E-01
10	65	37	85	3145	0,567476	1,42E-01
11	65	34	85	2890	0,546132	1,37E-01
12	65	41	85	3485	0,592586	1,48E-01
13	65	41	85	3485	0,592586	1,48E-01
14	65	44	80	3520	0,594963	1,49E-01
15	65	42	80	3360	0,583785	1,46E-01
16	65	43	80	3440	0,589474	1,47E-01
17	65	41	80	3280	0,577892	1,44E-01
18	65	45	80	3600	0,600256	1,50E-01
19	65	38	82,5	3135	0,56668	1,42E-01
20	65	42	82,5	3465	0,59121	1,48E-01
21	65	29	82,5	2392,5	0,497958	1,24E-01
22	65	34	82,5	2805	0,538519	1,35E-01
23	65	41	82,5	3382,5	0,585405	1,46E-01
24	65	39	82,5	3217,5	0,573144	1,43E-01
25	65	40	82,5	3300	0,579385	1,45E-01
26	65	36	80	2880	0,545249	1,36E-01
27	65	40	80	3200	0,571792	1,43E-01
28	65	39	82,5	3217,5	0,573144	1,43E-01
29	65	33	82,5	2722,5	0,530889	1,33E-01
30	65	41	82,5	3382,5	0,585405	1,46E-01
31	65	44	82,5	3630	0,602192	1,51E-01
32	65	44	82,5	3630	0,602192	1,51E-01
33	65	40	82,5	3300	0,579385	1,45E-01
34	65	40	82,5	3300	0,579385	1,45E-01
35	65	40	82	3280	0,577892	1,44E-01
36	65	30	82	2460	0,505009	1,26E-01
37	65	42	82	3444	0,589753	1,47E-01

№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	шум*стаж	P (АГ)	R (АГ)
1	2	3	4	5	6	7
38	65	42	82	3444	0,589753	1,47E-01
39	65	39	82	3198	0,571637	1,43E-01
40	65	36	82	2952	0,551526	1,38E-01
41	65	31	82	2542	0,513356	1,28E-01
42	65	43	82	3526	0,595367	1,49E-01
43	65	44	82	3608	0,600775	1,50E-01
44	65	41	82	3362	0,58393	1,46E-01
45	65	40	82	3280	0,577892	1,44E-01
46	65	37	82	3034	0,558457	1,40E-01
47	65	30	82	2460	0,505009	1,26E-01
48	65	43	82	3526	0,595367	1,49E-01
49	65	35	82	2870	0,544363	1,36E-01
50	65	20	80,2	1604	0,404018	1,01E-01
51	65	44	82,1	3612,4	0,60106	1,50E-01
52	65	43	82,8	3560,4	0,59766	1,49E-01
53	65	36	82,8	2980,8	0,553987	1,38E-01
54	65	36	82,8	2980,8	0,553987	1,38E-01
55	65	39	82,8	3229,2	0,574043	1,44E-01
56	65	40	82,8	3312	0,580274	1,45E-01
57	65	37	82,8	3063,6	0,560903	1,40E-01
58	65	40	82,8	3312	0,580274	1,45E-01
59	65	42	82,8	3477,6	0,592078	1,48E-01
60	65	36	82	2952	0,551526	1,38E-01
61	65	30	82	2460	0,505009	1,26E-01
62	65	25	82	2050	0,459713	1,15E-01
63	65	26	82	2132	0,469241	1,17E-01
64	65	38	82	3116	0,56516	1,41E-01
65	65	37	82	3034	0,558457	1,40E-01
66	65	44	82	3608	0,600775	1,50E-01
67	65	43	82	3526	0,595367	1,49E-01
68	65	40	80,2	3208	0,572412	1,43E-01
69	65	42	80	3360	0,583785	1,46E-01
70	65	40	80	3200	0,571792	1,43E-01
71	65	44	80	3520	0,594963	1,49E-01
72	65	42	80	3360	0,583785	1,46E-01
73	65	44	80	3520	0,594963	1,49E-01
74	65	42	80	3360	0,583785	1,46E-01
75	65	34	80	2720	0,530654	1,33E-01
76	65	37	80	2960	0,552212	1,38E-01
77	65	41	80,2	3288,2	0,578506	1,45E-01
78	65	41	83,7	3431,7	0,588893	1,47E-01
79	65	29	83,7	2427,3	0,501613	1,25E-01
80	65	36	83,7	3013,2	0,556721	1,39E-01
81	65	36	83,7	3013,2	0,556721	1,39E-01



№ п.п.	Возраст	Стаж	Измеренный фактический уровень шума, дБ	шум*стаж	P (АГ)	R (АГ)
1	2	3	4	5	6	7
82	65	43	83,7	3599,1	0,600198	1,50E-01
83	65	41	84,7	3472,7	0,591741	1,48E-01
84	65	43	83,7	3599,1	0,600198	1,50E-01
85	65	32	83,7	2678,4	0,526712	1,32E-01
86	65	46	83,7	3850,2	0,615599	1,54E-01
87	65	42	83,7	3515,4	0,594653	1,49E-01
88	65	44	83,7	3682,8	0,605534	1,51E-01

## Приложение Д

### Расчет точек трапеций для диапазонов риска

Расчет первых двух точек интервала не целесообразен, т.к. риск не может является отрицательной величиной. Первые две точки для интервала «пренебрежимо малый риск» равны «0».

Третья и четвертая точки для интервала пренебрежимо малого риска равны:

$$T_3=0,0001-(0,0001-0)*0,25=0,000075;$$

$$T_4=0,0001+(0,001-0,0001)*0,25=0,000325.$$

Расчет точек трапеции для малого риска.

$$T_1=0,0001-(0,0001-0)*0,25=0,000075;$$

$$T_2=0,0001+(0,001-0,0001)*0,25=0,000325;$$

$$T_3=0,001-(0,001-0,0001)*0,25=0,000775;$$

$$T_4=0,001+(0,01-0,001)*0,25=0,00325.$$

Расчет точек трапеции для умеренного риска.

$$T_1=0,001-(0,001-0,0001)*0,25=0,000775;$$

$$T_2=0,001+(0,01-0,001)*0,25=0,00325;$$

$$T_3=0,01-(0,01-0,001)*0,25=0,00775;$$

$$T_4=0,01+(0,03-0,01)*0,25=0,015.$$

Расчет точек трапеции для среднего риска.

$$T_1=0,01-(0,01-0,001)*0,25=0,00775;$$

$$T_2=0,01+(0,03-0,01)*0,25=0,015;$$

$$T_3=0,03-(0,03-0,01)*0,25=0,025;$$

$$T_4=0,03+(0,1-0,03)*0,25=0,0475.$$

Расчет точек трапеции для высокого риска.

$$T_1=0,03-(0,03-0,01)*0,25=0,025;$$

$$T_2=0,03+(0,1-0,03)*0,25=0,0475;$$

$$T_3=0,1-(0,1-0,03)*0,25=0,0825;$$

$$T_4=0,1+(0,3-0,1)*0,25=0,15.$$

Расчет точек трапеции для очень высокого риска.

$$T_1=0,1-(0,1-0,03)*0,25=0,0825;$$

$$T_2=0,1+(0,3-0,1)*0,25=0,15;$$

$$T_3=0,3-(0,3-0,1)*0,25=0,25;$$

$$T_4=0,3+(1-0,3)*0,25=0,475.$$

Расчет точек трапеции для экстремально высокого риска.

$$T_1=0,3-(0,3-0,1)*0,25=0,25;$$

$$T_2=0,3+(1-0,3)*0,25=0,475.$$

Третья и четвертая точки трапеции для экстремально высокого риска равны «1», так как значение риска не может быть больше единицы.

**Приложение Е**  
**Уточнение категории риска, обусловленного НСТ и АГ на момент**  
**исследования и к моменту достижения возраста 65 лет.**

Таблица Е.1 – Уточнение категории риска, обусловленного НСТ на момент исследования

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения			Значение функции принадлежности после уточнения			
	Пренебрежимо малый	Малый	Умеренный	Пренебрежимо малый	Малый	Умеренный	Средний
8,64E-06	1	0	0	0	1	0	0
2,16E-05	1	0	0	0	1	0	0
1,04E-04	0,902037	0,097963	0	0	1	0	0
1,19E-04	0,844893	0,155107	0	0	1	0	0
1,19E-04	0,844178	0,155822	0	0	1	0	0
1,34E-04	0,785914	0,214086	0	0	1	0	0
1,34E-04	0,782224	0,217776	0	0	1	0	0
1,62E-04	0,673414	0,326586	0	0	1	0	0
1,92E-04	0,552683	0,447317	0	0	1	0	0
1,92E-04	0,552683	0,447317	0	0	1	0	0
3,02E-04	0,113112	0,886888	0	0	0,700913	0,299087	0
3,52E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
3,52E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
3,54E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
3,70E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
3,71E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
3,87E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
3,87E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
4,05E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
4,20E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
4,93E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
4,94E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
5,67E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
5,86E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
6,05E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
6,84E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
6,89E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
7,06E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
7,26E-04	0	1	0	0	0,559524	0,440476	0
8,10E-04	0	0,987898	0,012102	0	0,539354	0,460646	0
8,77E-04	0	0,960632	0,039368	0	0,49391	0,50609	0
8,79E-04	0	0,959956	0,040044	0	0,492783	0,507217	0
1,06E-03	0	0,88493	0,11507	0	0,367741	0,632259	0
1,12E-03	0	0,864295	0,135705	0	0,333349	0,666651	0
1,14E-03	0	0,854282	0,145718	0	0,316661	0,683339	0
1,17E-03	0	0,843846	0,156154	0	0,299267	0,700733	0
1,17E-03	0	0,841155	0,158845	0	0,294782	0,705218	0
1,19E-03	0	0,835364	0,164636	0	0,28513	0,71487	0
1,21E-03	0	0,824984	0,175016	0	0,267831	0,732169	0
1,27E-03	0	0,802581	0,197419	0	0,230493	0,769507	0
1,27E-03	0	0,802581	0,197419	0	0,230493	0,769507	0
1,29E-03	0	0,792935	0,207065	0	0,214415	0,785585	0
1,46E-03	0	0,723118	0,276882	0	0,098054	0,901946	0
1,46E-03	0	0,723099	0,276901	0	0,098023	0,901977	0
1,46E-03	0	0,723099	0,276901	0	0,098023	0,901977	0
1,49E-03	0	0,712431	0,287569	0	0,080243	0,919757	0

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения			Значение функции принадлежности после уточнения			
	Пренебрежимо малый	Малый	Умеренный	Пренебрежимо малый	Малый	Умеренный	Средний
1,49E-03	0	0,711778	0,288222	0	0,079154	0,920846	0
1,52E-03	0	0,701055	0,298945	0	0,061282	0,938718	0
1,61E-03	0	0,664409	0,335591	0	0,000206	0,999794	0
1,63E-03	0	0,654986	0,345014	0	0	1	0
1,63E-03	0	0,654986	0,345014	0	0	1	0
1,64E-03	0	0,65193	0,34807	0	0	1	0
1,64E-03	0	0,65193	0,34807	0	0	1	0
1,73E-03	0	0,614842	0,385158	0	0	1	0
1,74E-03	0	0,612757	0,387243	0	0	1	0
1,79E-03	0	0,589455	0,410545	0	0	1	0
1,82E-03	0	0,578146	0,421854	0	0	1	0
1,89E-03	0	0,551857	0,448143	0	0	1	0
2,03E-03	0	0,495533	0,504467	0	0	1	0
2,03E-03	0	0,495533	0,504467	0	0	1	0
2,03E-03	0	0,493429	0,506571	0	0	1	0
2,05E-03	0	0,48472	0,51528	0	0	1	0
2,06E-03	0	0,483367	0,516633	0	0	1	0
2,09E-03	0	0,468947	0,531053	0	0	1	0
2,10E-03	0	0,466801	0,533199	0	0	1	0
2,13E-03	0	0,452227	0,547773	0	0	1	0
2,14E-03	0	0,451219	0,548781	0	0	1	0
2,16E-03	0	0,441785	0,558215	0	0	1	0
2,20E-03	0	0,424207	0,575793	0	0	1	0
2,28E-03	0	0,392236	0,607764	0	0	1	0
2,31E-03	0	0,381789	0,618211	0	0	1	0
2,36E-03	0	0,361282	0,638718	0	0	1	0
2,43E-03	0	0,332024	0,667976	0	0	1	0
2,43E-03	0	0,330155	0,669845	0	0	1	0
2,54E-03	0	0,285828	0,714172	0	0	1	0
2,59E-03	0	0,266836	0,733164	0	0	1	0
2,64E-03	0	0,246431	0,753569	0	0	1	0
2,88E-03	0	0,151177	0,848823	0	0	1	0
2,97E-03	0	0,113091	0,886909	0	0	1	0
3,23E-03	0	0,010017	0,989983	0	0	0,896415	0,103585
3,23E-03	0	0,009576	0,990424	0	0	0,89567	0,10433
3,32E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,38E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,44E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,48E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,57E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,73E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,73E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,82E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,84E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,84E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
3,95E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,09E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,13E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,32E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,38E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,39E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,44E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,46E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения			Значение функции принадлежности после уточнения			
	Пренебрежимо малый	Малый	Умеренный	Пренебрежимо малый	Малый	Умеренный	Средний
4,56E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,70E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,75E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,85E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
4,88E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,00E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,16E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,22E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,31E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,40E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,54E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,64E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,65E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,90E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
5,93E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
6,03E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
6,06E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
6,08E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
6,32E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
6,69E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
6,71E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
6,71E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
7,15E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
7,41E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
7,52E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
7,55E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
7,55E-03	0	0	1	0	0	0,879518	0,120482
7,78E-03	0	0	0,995273	0	0	0,873538	0,126462
7,78E-03	0	0	0,995273	0	0	0,873538	0,126462
7,99E-03	0	0	0,966822	0	0	0,837545	0,162455
8,02E-03	0	0	0,963129	0	0	0,832874	0,167126
8,02E-03	0	0	0,962339	0	0	0,831875	0,168125
8,20E-03	0	0	0,938242	0	0	0,80139	0,19861
8,22E-03	0	0	0,934574	0	0	0,79675	0,20325
8,31E-03	0	0	0,923084	0	0	0,782215	0,217785
8,32E-03	0	0	0,92193	0	0	0,780755	0,219245
8,39E-03	0	0	0,911604	0	0	0,767692	0,232308
8,99E-03	0	0	0,829593	0	0	0,663943	0,336057
9,02E-03	0	0	0,824516	0	0	0,657521	0,342479
9,02E-03	0	0	0,824516	0	0	0,657521	0,342479
9,13E-03	0	0	0,809914	0	0	0,639048	0,360952
9,49E-03	0	0	0,759358	0	0	0,575092	0,424908
9,50E-03	0	0	0,758079	0	0	0,573473	0,426527
9,96E-03	0	0	0,694526	0	0	0,493075	0,506925
1,02E-02	0	0	0,666658	0	0	0,457821	0,542179
1,05E-02	0	0	0,619968	0	0	0,398754	0,601246
1,06E-02	0	0	0,611383	0	0	0,387894	0,612106
1,07E-02	0	0	0,588776	0	0	0,359294	0,640706
1,07E-02	0	0	0,588381	0	0	0,358796	0,641204
1,09E-02	0	0	0,571835	0	0	0,337864	0,662136
1,13E-02	0	0	0,508603	0	0	0,257871	0,742129
1,14E-02	0	0	0,501974	0	0	0,249486	0,750514
1,14E-02	0	0	0,500615	0	0	0,247765	0,752235

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения			Значение функции принадлежности после уточнения			
	Пренебрежимо малый	Малый	Умеренный	Пренебрежимо малый	Малый	Умеренный	Средний
1,26E-02	0	0	0,333599	0	0	0,03648	0,96352
1,27E-02	0	0	0,314612	0	0	0,012461	0,987539
1,31E-02	0	0	0,26669	0	0	0	1
1,33E-02	0	0	0,239151	0	0	0	1
1,34E-02	0	0	0,226145	0	0	0	1
1,40E-02	0	0	0,13147	0	0	0	1
1,47E-02	0	0	0,044114	0	0	0	1
1,52E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,64E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,65E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,67E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,80E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,82E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,84E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,86E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,94E-02	0	0	0	0	0	0	1
1,97E-02	0	0	0	0	0	0	1
2,04E-02	0	0	0	0	0	0	1
2,20E-02	0	0	0	0	0	0	1

Таблица Е.2 – Уточнение категории прогнозных значений риска, обусловленного НСТ

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения		Значение функции принадлежности до уточнения	
	Средний	Высокий	Средний	Высокий
2,54E-02	0,98038	0,01962	1	0
2,60E-02	0,954407	0,045593	1	0
2,64E-02	0,935626	0,064374	1	0
2,68E-02	0,91808	0,08192	1	0
2,73E-02	0,899612	0,100388	1	0
2,73E-02	0,896819	0,103181	1	0
2,76E-02	0,882772	0,117228	1	0
2,78E-02	0,875851	0,124149	1	0
2,80E-02	0,868121	0,131879	1	0
2,80E-02	0,868121	0,131879	1	0
2,83E-02	0,855355	0,144645	1	0
2,83E-02	0,855355	0,144645	1	0
2,83E-02	0,855355	0,144645	1	0
2,85E-02	0,842476	0,157524	1	0
2,90E-02	0,821028	0,178972	1	0
2,92E-02	0,814051	0,185949	1	0
2,93E-02	0,808447	0,191553	1	0
2,94E-02	0,803161	0,196839	1	0
2,94E-02	0,803161	0,196839	1	0
2,94E-02	0,803161	0,196839	1	0
2,94E-02	0,803161	0,196839	1	0
2,97E-02	0,789827	0,210173	1	0
2,97E-02	0,789827	0,210173	1	0
2,97E-02	0,789827	0,210173	1	0
2,97E-02	0,789827	0,210173	1	0
2,97E-02	0,789827	0,210173	1	0
3,00E-02	0,776378	0,223622	1	0
3,00E-02	0,776378	0,223622	1	0
3,01E-02	0,77374	0,22626	1	0
3,01E-02	0,77374	0,22626	1	0
3,02E-02	0,768285	0,231715	1	0
3,02E-02	0,767391	0,232609	1	0
3,03E-02	0,762812	0,237188	1	0
3,04E-02	0,760484	0,239516	1	0
3,04E-02	0,760484	0,239516	1	0
3,04E-02	0,760068	0,239932	1	0
3,06E-02	0,749129	0,250871	1	0
3,06E-02	0,749129	0,250871	1	0
3,07E-02	0,747116	0,252884	1	0
3,07E-02	0,746277	0,253723	1	0
3,10E-02	0,735328	0,264672	1	0
3,10E-02	0,735328	0,264672	1	0
3,10E-02	0,735328	0,264672	1	0
3,10E-02	0,735328	0,264672	1	0
3,10E-02	0,733637	0,266363	1	0
3,10E-02	0,733637	0,266363	1	0
3,10E-02	0,731944	0,268056	1	0
3,13E-02	0,721409	0,278591	1	0
3,13E-02	0,721409	0,278591	1	0
3,13E-02	0,721409	0,278591	1	0
3,13E-02	0,721409	0,278591	1	0
3,13E-02	0,721409	0,278591	1	0
3,13E-02	0,720044	0,279956	1	0





Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения		Значение функции принадлежности до уточнения	
	Средний	Высокий	Средний	Высокий
3,26E-02	0,661002	0,338998	1	0
3,26E-02	0,661002	0,338998	1	0
3,27E-02	0,658881	0,341119	1	0
3,27E-02	0,658881	0,341119	1	0
3,29E-02	0,650367	0,349633	1	0
3,29E-02	0,650367	0,349633	1	0
3,29E-02	0,650367	0,349633	1	0
3,29E-02	0,650367	0,349633	1	0
3,29E-02	0,650367	0,349633	1	0
3,29E-02	0,650011	0,349989	1	0
3,29E-02	0,650011	0,349989	1	0
3,29E-02	0,650011	0,349989	1	0
3,29E-02	0,650011	0,349989	1	0
3,29E-02	0,650011	0,349989	1	0
3,29E-02	0,650011	0,349989	1	0
3,29E-02	0,650011	0,349989	1	0
3,29E-02	0,650011	0,349989	1	0
3,30E-02	0,646362	0,353638	1	0
3,30E-02	0,646362	0,353638	1	0
3,30E-02	0,64324	0,35676	1	0
3,32E-02	0,637571	0,362429	1	0
3,32E-02	0,636084	0,363916	1	0
3,32E-02	0,636084	0,363916	1	0
3,32E-02	0,636084	0,363916	1	0
3,32E-02	0,636084	0,363916	1	0
3,32E-02	0,636084	0,363916	1	0
3,32E-02	0,635367	0,364633	1	0
3,32E-02	0,635367	0,364633	1	0
3,32E-02	0,635367	0,364633	1	0
3,33E-02	0,631596	0,368404	1	0
3,33E-02	0,62933	0,37067	1	0
3,34E-02	0,628358	0,371642	0,999641	0,000359
3,34E-02	0,627998	0,372002	0,999033	0,000967
3,34E-02	0,627998	0,372002	0,999033	0,000967
3,34E-02	0,627998	0,372002	0,999033	0,000967
3,35E-02	0,622515	0,377485	0,989784	0,010216
3,35E-02	0,622515	0,377485	0,989784	0,010216
3,35E-02	0,621684	0,378316	0,988382	0,011618
3,35E-02	0,621684	0,378316	0,988382	0,011618
3,35E-02	0,621684	0,378316	0,988382	0,011618
3,35E-02	0,621684	0,378316	0,988382	0,011618
3,35E-02	0,621684	0,378316	0,988382	0,011618
3,35E-02	0,620599	0,379401	0,986552	0,013448
3,35E-02	0,620599	0,379401	0,986552	0,013448
3,35E-02	0,620599	0,379401	0,986552	0,013448
3,35E-02	0,620599	0,379401	0,986552	0,013448
3,35E-02	0,620599	0,379401	0,986552	0,013448
3,35E-02	0,620599	0,379401	0,986552	0,013448
3,35E-02	0,620599	0,379401	0,986552	0,013448
3,35E-02	0,620599	0,379401	0,986552	0,013448
3,37E-02	0,614367	0,385633	0,97604	0,02396
3,37E-02	0,613713	0,386287	0,974938	0,025062
3,38E-02	0,607329	0,392671	0,96417	0,03583

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения		Значение функции принадлежности до уточнения	
	Средний	Высокий	Средний	Высокий
3,38E-02	0,607329	0,392671	0,96417	0,03583
3,38E-02	0,607165	0,392835	0,963893	0,036107
3,38E-02	0,607165	0,392835	0,963893	0,036107
3,39E-02	0,605707	0,394293	0,961433	0,038567
3,39E-02	0,605707	0,394293	0,961433	0,038567
3,39E-02	0,605707	0,394293	0,961433	0,038567
3,39E-02	0,605707	0,394293	0,961433	0,038567
3,39E-02	0,605707	0,394293	0,961433	0,038567
3,39E-02	0,605707	0,394293	0,961433	0,038567
3,39E-02	0,604904	0,395096	0,96008	0,03992
3,40E-02	0,60169	0,39831	0,954659	0,045341
3,40E-02	0,60169	0,39831	0,954659	0,045341
3,42E-02	0,592528	0,407472	0,939205	0,060795
3,42E-02	0,592014	0,407986	0,938337	0,061663
3,42E-02	0,59069	0,40931	0,936104	0,063896
3,42E-02	0,59069	0,40931	0,936104	0,063896
3,42E-02	0,59069	0,40931	0,936104	0,063896
3,42E-02	0,59069	0,40931	0,936104	0,063896
3,46E-02	0,575549	0,424451	0,910564	0,089436
3,49E-02	0,560991	0,439009	0,886009	0,113991

Таблица Е3 – Уточнение категории риска, обусловленного АГ на момент исследования

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения				Значение функции принадлежности после уточнения		
	Умеренный	Средний	Высокий	Очень высокий	Умеренный	Средний	Высокий
1,03E-02	0,653941	0,346059	0	0	0,441733	0,558267	0
1,28E-02	0,306057	0,693943	0	0	0,001638	0,998362	0
1,63E-02	0	1	0	0	0	1	0
1,80E-02	0	1	0	0	0	1	0
2,29E-02	0	1	0	0	0	1	0
2,71E-02	0	0,908125	0,091875	0	0	1	0
2,82E-02	0	0,857041	0,142959	0	0	1	0
2,86E-02	0	0,837964	0,162036	0	0	1	0
3,04E-02	0	0,760672	0,239328	0	0	1	0
3,06E-02	0	0,753041	0,246959	0	0	1	0
3,36E-02	0	0,619213	0,380787	0	0	0,984215	0,015785
3,91E-02	0	0,372092	0,627908	0	0	0,567384	0,432616
4,45E-02	0	0,132521	0,867479	0	0	0,163288	0,836712
4,57E-02	0	0,081029	0,918971	0	0	0,076434	0,923566
4,70E-02	0	0,023996	0,976004	0	0	0	1
4,77E-02	0	0	1	0	0	0	1
4,84E-02	0	0	1	0	0	0	1
5,05E-02	0	0	1	0	0	0	1
5,29E-02	0	0	1	0	0	0	1
5,46E-02	0	0	1	0	0	0	1
6,13E-02	0	0	1	0	0	0	1
6,23E-02	0	0	1	0	0	0	1
6,39E-02	0	0	1	0	0	0	1
6,40E-02	0	0	1	0	0	0	1
6,51E-02	0	0	1	0	0	0	1
6,55E-02	0	0	1	0	0	0	1
6,78E-02	0	0	1	0	0	0	1
7,37E-02	0	0	1	0	0	0	1
8,61E-02	0	0	0,947152	0,052848	0	0	1
8,70E-02	0	0	0,933058	0,066942	0	0	1
8,93E-02	0	0	0,899908	0,100092	0	0	1
9,43E-02	0	0	0,824934	0,175066	0	0	1
1,02E-01	0	0	0,707704	0,292296	0	0	1
1,03E-01	0	0	0,70185	0,29815	0	0	1
1,04E-01	0	0	0,687505	0,312495	0	0	1
1,04E-01	0	0	0,683063	0,316937	0	0	1
1,05E-01	0	0	0,660201	0,339799	0	0	1
1,15E-01	0	0	0,514031	0,485969	0	0	1
1,15E-01	0	0	0,513096	0,486904	0	0	1
1,18E-01	0	0	0,477606	0,522394	0	0	1
1,20E-01	0	0	0,446234	0,553766	0	0	1
1,28E-01	0	0	0,31902	0,68098	0	0	1

Таблица Е.4 – Уточнение категории прогнозных значений риска, обусловленного АГ

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения		Значение функции принадлежности после уточнения	
	Высокий	Очень высокий	Высокий	Очень высокий
1,01E-01	0,72586	0,27414	1	0
1,09E-01	0,611651	0,388349	1	0
1,12E-01	0,561519	0,438481	1	0
1,15E-01	0,51958	0,48042	1	0
1,17E-01	0,484292	0,515708	1	0
1,24E-01	0,377933	0,622067	1	0
1,25E-01	0,364396	0,635604	1	0
1,26E-01	0,35182	0,64818	1	0
1,26E-01	0,35182	0,64818	1	0
1,26E-01	0,35182	0,64818	1	0
1,28E-01	0,320904	0,679096	1	0
1,32E-01	0,271437	0,728563	1	0
1,33E-01	0,256837	0,743163	0,999617	0,000383
1,33E-01	0,256837	0,743163	0,999617	0,000383
1,33E-01	0,255966	0,744034	0,998529	0,001471
1,35E-01	0,227706	0,772294	0,963203	0,036797
1,36E-01	0,206062	0,793938	0,936149	0,063851
1,36E-01	0,20278	0,79722	0,932047	0,067953
1,37E-01	0,199512	0,800488	0,927961	0,072039
1,38E-01	0,179534	0,820466	0,902988	0,097012
1,38E-01	0,179534	0,820466	0,902988	0,097012
1,38E-01	0,176991	0,823009	0,899811	0,100189
1,38E-01	0,172247	0,827753	0,89388	0,10612
1,38E-01	0,17042	0,82958	0,891597	0,108403
1,38E-01	0,17042	0,82958	0,891597	0,108403
1,39E-01	0,160294	0,839706	0,878938	0,121062
1,39E-01	0,160294	0,839706	0,878938	0,121062
1,40E-01	0,153862	0,846138	0,870899	0,129101
1,40E-01	0,153862	0,846138	0,870899	0,129101
1,40E-01	0,153862	0,846138	0,870899	0,129101
1,40E-01	0,1459	0,8541	0,860947	0,139053
1,40E-01	0,1459	0,8541	0,860947	0,139053
1,40E-01	0,144804	0,855196	0,859577	0,140423
1,41E-01	0,129038	0,870962	0,839869	0,160131
1,42E-01	0,123406	0,876594	0,832828	0,167172
1,42E-01	0,120459	0,879541	0,829145	0,170855
1,43E-01	0,105048	0,894952	0,809882	0,190118
1,43E-01	0,104474	0,895526	0,809164	0,190836
1,43E-01	0,104474	0,895526	0,809164	0,190836
1,43E-01	0,102179	0,897821	0,806296	0,193704
1,43E-01	0,099465	0,900535	0,802903	0,197097
1,43E-01	0,099465	0,900535	0,802903	0,197097
1,44E-01	0,096137	0,903863	0,798743	0,201257
1,44E-01	0,081881	0,918119	0,780922	0,219078
1,44E-01	0,081881	0,918119	0,780922	0,219078
1,44E-01	0,081881	0,918119	0,780922	0,219078
1,45E-01	0,079608	0,920392	0,778082	0,221918
1,45E-01	0,076353	0,923647	0,774013	0,225987
1,45E-01	0,076353	0,923647	0,774013	0,225987
1,45E-01	0,076353	0,923647	0,774013	0,225987
1,45E-01	0,073059	0,926941	0,769896	0,230104
1,45E-01	0,073059	0,926941	0,769896	0,230104
1,46E-01	0,060056	0,939944	0,753642	0,246358
1,46E-01	0,060056	0,939944	0,753642	0,246358
1,46E-01	0,060056	0,939944	0,753642	0,246358
1,46E-01	0,060056	0,939944	0,753642	0,246358
1,46E-01	0,05952	0,94048	0,752972	0,247028
1,46E-01	0,054055	0,945945	0,74614	0,25386
1,46E-01	0,054055	0,945945	0,74614	0,25386
1,47E-01	0,049428	0,950572	0,740356	0,259644

Количественное значение персонального риска	Значение функции принадлежности до уточнения		Значение функции принадлежности после уточнения	
	Высокий	Очень высокий	Высокий	Очень высокий
1,47E-01	0,041138	0,958862	0,729993	0,270007
1,47E-01	0,038986	0,961014	0,727304	0,272696
1,47E-01	0,037952	0,962048	0,726012	0,273988
1,47E-01	0,037952	0,962048	0,726012	0,273988
1,48E-01	0,032554	0,967446	0,719264	0,280736
1,48E-01	0,030588	0,969412	0,716806	0,283194
1,48E-01	0,02934	0,97066	0,715246	0,284754
1,48E-01	0,02746	0,97254	0,712897	0,287103
1,48E-01	0,02746	0,97254	0,712897	0,287103
1,48E-01	0,02746	0,97254	0,712897	0,287103
1,49E-01	0,019805	0,980195	0,703328	0,296672
1,49E-01	0,018656	0,981344	0,701891	0,298109
1,49E-01	0,018656	0,981344	0,701891	0,298109
1,49E-01	0,018656	0,981344	0,701891	0,298109
1,49E-01	0,017161	0,982839	0,700022	0,299978
1,49E-01	0,017161	0,982839	0,700022	0,299978
1,49E-01	0,017161	0,982839	0,700022	0,299978
1,49E-01	0,008665	0,991335	0,689403	0,310597
1,50E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,50E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,50E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,50E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,50E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,50E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,51E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,51E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,51E-01	0	1	0,678571	0,321429
1,54E-01	0	1	0,678571	0,321429