

На правах рукописи

Фалова Екатерина Сергеевна



**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЛЯ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
КРАЙНЕГО СЕВЕРА НА ОСНОВЕ РИСК-
ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА**

*Специальность 05.26.01 – Охрана труда (в горной
промышленности)*

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Санкт-Петербург – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Гендлер Семен Григорьевич

Официальные оппоненты:

Карначев Игорь Павлович

доктор технических наук, профессор, филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический государственный университет» в г. Апатиты, кафедра физики, биологии и инженерных технологий, профессор

Самаров Леонид Юрьевич

кандидат технических наук, Акционерное общество Сибирская угольная энергетическая компания (АО «СУЭК»), отдел охраны труда, начальник отдела охраны труда

Ведущая организация:

Акционерное общество «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли»

Защита диссертации состоится 22 сентября в 13 ч 00 мин на заседании диссертационного совета ГУ 212.224.09 Горного университета по адресу: 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, ауд. №1171а

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 22 июля 2020г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Диссертационного совета



КОВАЛЬСКИЙ
Евгений Ростиславович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности. В настоящее время около 80% полезных ископаемых России добывается в Северных и Северо-Восточных регионах страны: Мурманской, Архангельской, Магаданской областях, Республике Коми, Камчатском крае. На месторождениях, находящихся в этих регионах, добывают уголь, золото, различные виды руд, нефть, газ и другие полезные ископаемые.

Наряду с организационно-техническими факторами, характерными для других регионов России, на эффективность освоения минерально-энергетических ресурсов Севера и Северо-Востока нашей страны оказывают влияние экстремальные климатические и экологические факторы. Это приводит к тому, что в этих условиях показатели профессиональной заболеваемости и производственного травматизма превышают аналогичные показатели других регионов.

Наиболее заметна эта тенденция в горнодобывающей отрасли, где в настоящее время уровни травматизма и профзаболеваний остаются достаточно высокими по сравнению с другими отраслями промышленности. Так, по данным Ростехнадзора при ведении горных работ показатель аварийности в 2018 году сохранился на уровне 2017 года (4 аварии), снижение показателей группового травматизма оказалось незначительным (число групповых несчастных случаев уменьшилось с 7 до 6, количество смертельных несчастных случаев уменьшилось с 56 до 35).

Одним из приоритетных направлений обеспечения эффективности и безопасной добычи полезных ископаемых является снижение до приемлемого уровня производственного травматизма и профзаболеваний.

Исследованию причин и разработке мероприятий по сокращению производственного травматизма и профзаболеваний на горнодобывающих предприятиях посвящены работы Ю.В. Шувалова, И.П. Карначева, Н.В. Михайловой, Н.А. Тучи, Т.Н. Митрофановой, В.В. Галкина, И.Л. Кравчука, В.В. Лисовского, С.Г. Гендлера, Н.Н. Даль, Д.А. Господарикова, Л.Ю. Самарова, Н.О. Калединой, А.И.

Фомина, Makari Krause, Jie Zhou, Qing-GuiCao, P.A. Schulte, C. Whittaker, С.Р. Curran и других ученых.

Однако в этих работах недостаточное внимание уделено травматизму и профзаболеваемости на горнодобывающих предприятиях, расположенных на Крайнем Севере РФ, в том числе в Мурманской области и Республике Коми. Корректный анализ и предупреждение травматизма и профзаболеваемости в этих условиях невозможны без учета негативного влияния на их показатели экстремальных параметров окружающей среды.

В этой связи, решение проблем, связанных с разработкой метода оценки риска травматизма и профессиональной заболеваемости для персонала горнодобывающих предприятий Крайнего Севера, и обоснование путей их предотвращения является актуальной задачей.

Цель работы. Разработка адресного подхода к выбору мероприятий по охране труда, обеспечивающего снижение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости рабочего персонала рудников Кольского полуострова на основе риск-ориентированного подхода.

Основные задачи исследования:

– выбор методов исследования травматизма и профзаболеваний на горнодобывающих предприятиях Крайнего Севера;

– сопоставительный анализ причин травматизма и профессиональных заболеваний на зарубежных и отечественных горнодобывающих предприятиях Крайнего Севера;

– определение «фонового» значения риска травматизма и профзаболеваний, обусловленного неблагоприятными климатическими и экологическими условиями Крайнего Севера;

– разработка процедуры ранжирования рудников Кировского филиала АО «Апатит» (КФ АО «Апатит») и основных профессий рабочего персонала этих предприятий по динамике риска производственного травматизма;

– разработка методологии адресного подхода к выбору мероприятий по охране труда для горнорудных предприятий Крайнего Севера России.

Идея работы. Процедура адресного подхода к выбору мероприятий по охране труда реализуется на основе сопоставления показателей динамики риска травматизма и профзаболеваний и средней величины риска за предшествующий период с текущими значениями этих показателей.

Объектом исследования являются горнодобывающие предприятия Крайнего Севера России.

Методология и методы исследования. Поставленные задачи решались с использованием комплекса исследований, включающего в себя обобщение и анализ российского и международного опыта оценки рисков производственного травматизма. Применялись в качестве основных методов исследования вероятностно-статистические методы анализа причин производственного травматизма в КФ АО «Апатит»; использовался язык программирования Python.

Достоверность и обоснованность научных положений и результатов подтверждается значительным объемом изученной информации о производственном травматизме и профессиональных заболеваниях в Российской Федерации, Республике Коми, Мурманской области, на предприятии КФ АО «Апатит»; применением методов исследования, базирующихся на современных программных продуктах; удовлетворительным совпадением результатов, полученных на основе корреляционных зависимостей, с обрабатываемыми массивами статистических данных.

Научная новизна:

– установлены закономерности, характеризующие динамику «фоновых» значений рисков производственного травматизма и профессиональных заболеваний для регионов Крайнего Севера на примере Мурманской области и Республики Коми;

– предложена методология реализации адресного подхода к выбору мероприятий по предотвращению травматизма для рудников Кировского филиала АО «Апатит», основанная на сопоставительном анализе средних и текущих значений показателей динамики риска травматизма и среднего значения риска за определенный период.

Защищаемые положения:

1. При анализе показателей производственного травматизма и профессиональных заболеваний на горнодобывающих предприятиях Крайнего Севера следует учитывать влияние «недружественных» для человека факторов окружающей среды, определяющих «фоновый» риск, величина которого зависит от сочетанного действия климатических и экологических показателей. Удельный вес «фоновых» рисков в общем риске производственного травматизма и профессиональных заболеваний для Мурманской области составляет соответственно 25% и 33 %, а для республики Коми 28% и 31%.

2. Ранжирование рудников КФ АО «Апатит» по показателям производственного травматизма может быть осуществлено на основе сравнения динамики их рисков, вычисленной в течение десятилетнего периода с учетом величины «фоновых» рисков.

3. Приоритетные направления охраны труда на предприятиях КФ АО «Апатит» следует определять на основе сопоставления текущих значений показателей динамики рисков травматизма и средних величин рисков для наиболее травмоопасных профессий с величинами этих показателей за предшествующий десятилетний период.

Теоретическая и практическая значимость работы:

– разработан метод оценки «фоновых» значений риска травматизма и профессиональной заболеваемости, вызванного неблагоприятным влиянием окружающей среды Кольского полуострова;

– осуществлено ранжирование рудников КФ АО «Апатит» и основных профессий рабочего персонала этих рудников по динамике риска производственного травматизма.

– разработан метод оценки риска производственного травматизма и профессиональной заболеваемости для предприятий Крайнего Севера на основе риск-ориентированного подхода.

Реализация результатов работы. Научные и практические результаты работы используются в учебном процессе

при реализации основных образовательных программ по дисциплинам «Системы управления охраной труда на предприятиях минерально-сырьевого комплекса», «Безопасность жизнедеятельности».

Методика оценки состояния охраны труда на горнодобывающих предприятиях Крайнего Севера может быть рекомендована для использования соответствующими структурными подразделениями этих предприятий.

Апробация и реализация результатов работы.

Результаты исследований и основные положения диссертационной работы обсуждались на международных научно-практических конференциях в период 2017-2020 гг.: 57 Konferencija Studenckich Kol Naukowuch Pionu Gorniczego (Польша, г. Краков, AGH, декабрь 2016); Международный форум горняков и металлургов (Германия, г. Фрайберг, ТУ «Фрайбергская горная академия», июнь 2017); Международная научно-практическая конференция, посвященная 185-летию кафедры "Горное искусство" Горное дело в XXI веке: Технологии, наука, образование (г. Санкт-Петербург, Горный университет, октябрь 2017); IV Международная научно-практическая конференция «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (г. Санкт-Петербург, Горный университет, октябрь 2018), а также на заседаниях кафедры безопасности производств Горного университета.

Публикации. Результаты диссертационной работы в достаточной степени отражены в 4 печатных работах, в том числе в 4 статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), из них в 3 изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования; определении динамики рисков производственного травматизма и профзаболеваний как в целом для Российской Федерации, Мурманской области, Республики Коми, так

и для их горнодобывающих секторов; анализе факторов, определяющих производственный травматизм в КФ АО «Апатит»; выявлении корреляционных связей между рисками производственного травматизма, а также между рисками профзаболеваний; разработке и реализации методического подхода к выбору адресных мероприятий по снижению производственного травматизма на рудниках КФ АО «Апатит».

Объем и структура работы. Диссертация состоит из оглавления, введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, библиографического списка, включающего 110 наименований. Изложена на 115 страницах машинописного текста и содержит 66 рисунков и 29 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведена общая характеристика работы, её актуальность, цель, идея, задачи, научная новизна, сформулированы основные защищаемые положения, практическая значимость и личный вклад автора.

В первой главе проведен анализ условий труда и причин травматизма в горнорудной промышленности Российской Федерации, а также в горной промышленности США, Канады и Финляндии.

Во второй главе осуществлен анализ основных методов оценки рисков производственного травматизма и профессиональных заболеваний в Российской Федерации, США, Канаде и Финляндии.

Третья глава посвящена исследованию суровых климатических условий Крайнего Севера России, анализу уровня травматизма и профзаболеваний в Российской Федерации, Республике Коми, Мурманской области. Разработан метод определения «фонового» риска, влияющего на уровень производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

В четвертой главе проведен анализ условий труда на предприятии КФ АО «Апатит». На основе риск-ориентированного подхода разработан метод оценки риска производственного травматизма и профессиональных заболеваний, позволяющий осуществлять выбор мероприятий по охране труда.

В заключение обобщены результаты проведенных исследований.

Основные результаты исследований отражены в следующих защищаемых положениях:

1. При анализе показателей производственного травматизма и профессиональных заболеваний на горнодобывающих предприятиях Крайнего Севера следует учитывать влияние «недружественных» для человека факторов окружающей среды, определяющих «фоновый» риск, величина которого зависит от сочетанного действия климатических и экологических показателей. Удельный вес «фонового» риска в общем риске производственного травматизма и профессиональных заболеваний для Мурманской области составляет соответственно 25% и 33 %, а для республики Коми 28% и 31%.

Север России характеризуется недружественными для человека факторами окружающей среды: пониженной температурой воздуха, обильными осадками, сильным ветром, полярной ночью и т.п. Отмеченные факторы влияют на психофизиологическое состояние населения, живущего и работающего в этих регионах, что в свою очередь приводит к повышенным значениям профессиональной заболеваемости и производственного травматизма.

Результаты выполненных оценок свидетельствуют о том, что риск производственного травматизма для жителей Мурманской области и Республики Коми оказывается более чем на 20% выше риска травматизма в целом для России, а риски профессиональных заболеваний для этих регионов могут превосходить аналогичные риски по России в 2-8 раз (рисунки 1-2). Еще более существенная разница между рисками производственного травматизма и профессиональных заболеваний характерна для горнодобывающих отраслей. Она достигает для производственного травматизма и профессиональных заболеваний для Мурманской области и Республики Коми соответственно 250%, 180% и 140%, 600% (рисунки 3-4).

Различные закономерности имеет и динамика риска травматизма и профзаболеваний для России и рассмотренных территорий. Если для России во всех случаях эти риски монотонно снижаются в период 2009-2018 гг., то для Мурманской области и Республики Коми они имеют тенденцию и к росту, и к снижению.

Для описания динамики рисков травматизма и профзаболеваний предложено использовать линейную корреляцию. При этом установлено, что для всех случаев коэффициенты линейной корреляции превышают 0,75 при статистической надежности 0,95 (рисунки 1-4).

Коэффициенты регрессии линейной корреляции определяют годовой темп изменения рисков травматизма и профзаболеваний. Причем отрицательная величина коэффициента регрессии соответствует снижению риска (рисунок 1), а положительная – его увеличению (рисунки 2-4).

В работах Шувалова Ю.В. и Даль Н.Н. степень влияния на профессиональную заболеваемость неблагоприятных факторов окружающей среды предложено учитывать показателем «фонового» риска. На основании выполненного анализа нами показано, что «фоновый» риск (P_{ϕ}) может быть применен и для определения структуры производственного травматизма (рисунки 1, 3). Его величину для профессиональных заболеваний и производственного травматизма применительно к рассматриваемому региону представляется возможным вычислить, используя следующее соотношение (1):

$$P_{\phi} = (P_{MO} - P_{P\phi}) / (1 - P_{P\phi}), \quad (1)$$

где P_{MO} , $P_{P\phi}$ – риски производственного травматизма (профессиональных заболеваний), соответственно для Мурманской области и Российской Федерации.

При известных значениях «фонового» риска, риски производственного травматизма и профзаболеваний, обусловленные только производственной деятельностью могут быть рассчитаны по формулам (2)-(3):

$$P_{ПЗМО} = P_{ПЗР\phi} + P_{ПЗ\phi} - P_{ПЗР\phi} P_{ПЗ\phi} \quad (2)$$

$$P_{ТМО} = P_{ТРФ} + P_{ТФ} - P_{ТРФ}P_{ТФ} \quad (3)$$

где $P_{ПЗМО}$ – риск профзаболеваний по региону; $P_{ПЗРФ}$ – риск профзаболеваний по Российской Федерации; $P_{ПЗФ}$ – «фоновое» значение риска профзаболеваний по региону; $P_{ТМО}$ – риск травматизма по региону; $P_{ТРФ}$ – риск травматизма по Российской Федерации; $P_{ТФ}$ – «фоновое» значение риска травматизма по региону.

По формулам (1)-(3) были вычислены «фоновые» риски травматизма и профзаболеваний по Мурманской области и Республике Коми (рисунки 5-6), а также установлена его относительная величина в общем риске (рисунки 7-10).

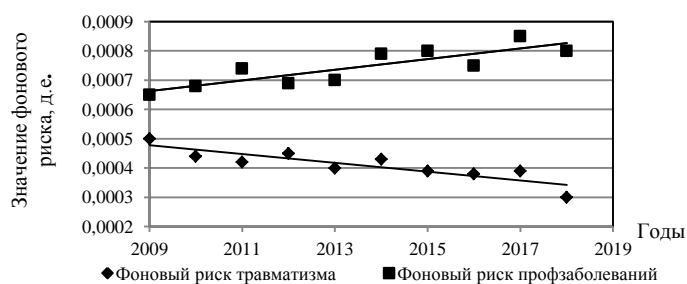


Рисунок 5 – Динамика «фонового» риска травматизма и профзаболеваний по Республике Коми

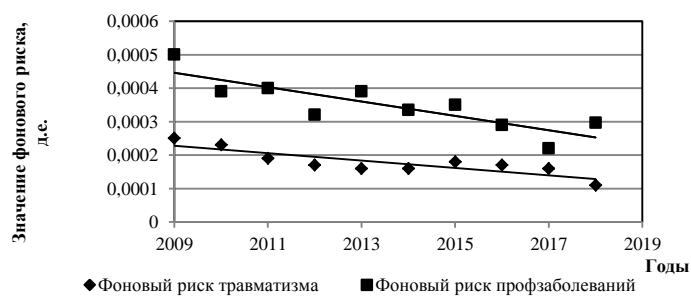


Рисунок 6 – Динамика «фонового» риска травматизма и профзаболеваний по Мурманской области

Из графиков на рисунках 5-6 следует, что значение «фонового» риска травматизма в течение рассмотренного периода снижается для Мурманской области и Республики Коми соответственно на 56% и 40%. По абсолютной величине «фоновое» значение риска травматизма для Республики Коми в 2,2 раза выше, чем для Мурманской области. В Мурманской области при снижении риска травматизма, риск профзаболеваний также снижается. Иная закономерность характеризует динамику «фонового» риска для Республики Коми. При снижении за рассматриваемый период «фонового» риска травматизма, «фоновый» риск профзаболеваний наоборот - увеличивается в 1,23 раза.

В структуре общего риска удельный вес «фонового» риска, характеризующий травматизм, составляет для Мурманской области и Республики Коми 25-28%, а удельный вес «фонового» риска профзаболеваний 30-35% (рисунки 7-10).

2. Ранжирование рудников КФ АО «Апатит» по показателям производственного травматизма может быть осуществлено на основе сравнения динамики их рисков, вычисленной в течение десятилетнего периода с учетом величины «фонового» риска.

Ранжирование предприятий, являющихся структурными элементами горнодобывающих компаний, по показателям производственного травматизма осуществляется для определения первоочередных направлений вложения финансовых средств в систему охраны труда этих предприятий. В качестве объекта для такого ранжирования выбран Кировский филиал акционерного общества «Апатит» (КФ АО «Апатит»), в структуру которого входят «Объединенный Кировский рудник» (ОКР), Расвумчоррский рудник (РР), Восточный рудник (ВР) и Центральный рудник (ЦР). Ранжирование рудников КФ АО «Апатит» осуществлялось на основе корреляционного анализа динамики рисков легкого, тяжелого и общего травматизма для предприятий Кировский филиал АО «Апатит» за период 2009-2018 гг.

Особенность осуществления анализа состояла в учете при вычислении рисков травматизма величины «фонового» риска, что

давало возможность принимать во внимание только факторы, связанные непосредственно с производственной деятельностью предприятий.

На рисунках 11-12 представлены корреляционные зависимости, характеризующие динамику рисков легкого, тяжелого и смертельного, а также общего травматизма для ОКР и РР.

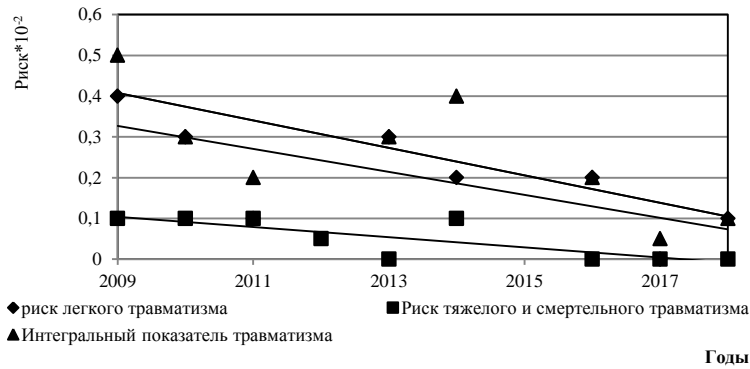


Рисунок 11 – Динамика рисков травматизма на ОКР

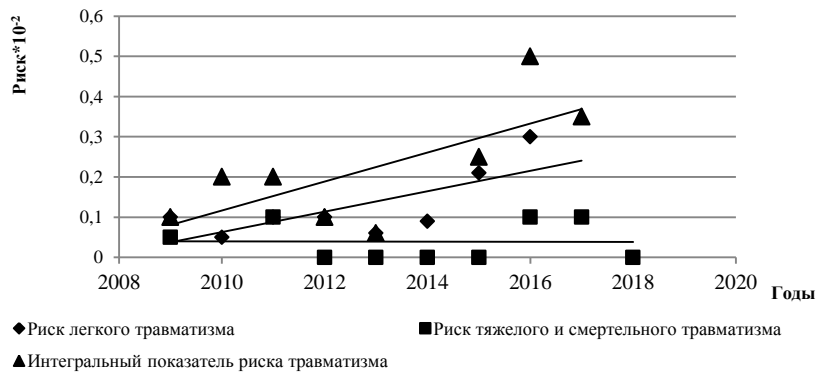


Рисунок 12 – Динамика риска травматизма на РР

Представленные на рисунках корреляционные зависимости для всех рассмотренных случаев характеризуются коэффициентом корреляции не менее 0,7 при уровне статистической надежности

0,95 и дают возможность для оценки уровней производственного травматизма на рудниках по сравнению с травматизмом в целом по компании. Так, например, при снижении всех видов травматизма в компании, о чем свидетельствует отрицательный коэффициент регрессии линейной корреляции (рисунок 11), для РР характерна положительная динамика легкого и общего травматизма (положительное значение коэффициента регрессии линейной корреляции) (рисунок 12).

Отношения коэффициентов регрессии линейной корреляции риска травматизма для каждого рудника к коэффициенту регрессии для КФ АО «Апатит» p характеризуют относительную динамику рисков травматизма, что позволяет осуществлять ранжирование рудников по динамике травматизма (таблица 1).

Таблица 1 - Коэффициенты регрессии линейной корреляции общего риска травматизма и их отношение (p)

Предприятие	КФ АО «Апатит»	ОКР	РР	ВР	ЦР
Коэффициент регрессии	-0.037	- 0.033	0.036	-0.017	- 0.015
Отношение коэффициентов регрессии ($p_{руд}/p_{апатит}$)	1	0.89	-0.97	0.46	0.45

Из данных в таблице 1, следует, что на Объединенном Кировском руднике, Восточном и Центральном рудниках динамика снижения травматизма меньше, чем в КФ АО «Апатит», что подтверждается значением показателя $p < 1$. На Расвумчоррском руднике риск травматизма растет, на что указывает отрицательная величина отношения коэффициентов регрессии ($p < 0$).

Если ввести относительную шкалу, характеризующую динамику производственного травматизма, то при $p > 1$ его уровень

можно считать удовлетворительным, при $0 < p < 1$ – приемлемым, а в случае $p < 0$ – неудовлетворительным.

Представленный выше анализ характеризует тренд динамики рисков производственного травматизма для рассматриваемых рудников в целом за десятилетний период. Однако каждый временной период имеет индивидуальное значение коэффициентов регрессии, которое может существенно отличаться от коэффициента регрессии линейной корреляции, описывающей десятилетний тренд изменения травматизма.

По значениям этих коэффициентов регрессии представляется возможным дать оценку текущего состояния производственного травматизма на каждом руднике.

Более того, если в качестве базы для сравнения выбрать коэффициент регрессии, характеризующий десятилетний тренд, то несложно ранжировать уровень травматизма для каждого временного периода на основе отношения коэффициентов регрессии для этого периода к коэффициенту регрессии, характеризующему десятилетний тренд. Вышесказанное иллюстрирует рисунок 13, где приведены отношения коэффициентов регрессии линейной корреляции риска травматизма для различных периодов работы ОКР.

Из этого рисунка следует, что при уровне травматизма за 10-летний период, оцениваемый как «приемлемый», в период 2012-2015 гг. уровень травматизма становился «неудовлетворительным», что вызывало необходимость реализации дополнительных мероприятий по охране труда.

3. Приоритетные направления охраны труда на предприятиях КФ АО «Апатит» следует определять на основе сопоставления текущих значений показателей динамики рисков травматизма и средних величин рисков для наиболее травмоопасных профессий с величинами этих показателей за предшествующий десятилетний период.

Выполненный анализ производственного травматизма для основных рабочих профессий предприятий КФ АО «Апатит» показал, что к наиболее травмоопасным профессиям относятся

взрывники (ВЗ), горные мастера (ГМ), машинисты погрузочно-доставочной машины (ПДМ) и водители автомобиля (ВВ).

На основании корреляционного анализа риска производственного травматизма для этих профессий было установлено, что риск производственного травматизма P_i при корреляционном отношении, превышающем 0,8 и статистической надежности 0,95, описывается уравнениями вида (4), рисунок 14:

$$P_i = n \cdot \exp(-m \cdot \Delta T_i) \quad (4)$$

где n и m – коэффициенты, зависящие от типа профессии; $\Delta T = (T_i - T_1)$ – время работы предприятия относительно года, выбранного в качестве начального (для рассматриваемого случая $T_1 = 2009$); T_i – годы 2009, 2010...

Динамику риска в течение времени работы КФ ОАО «Апатит» и его подразделений следует определять на основе вычисления скорости изменения V риска травматизма P .

Динамика риска представляет собой показатель, характеризующий эффективность реализации мероприятий по снижению травматизма. Чем выше скорость изменения риска травматизма, тем выше эффективность мероприятий.

Скорость изменения риска травматизма V_p имеет индивидуальное значение для каждого года работы КФ.

Для сопоставления скоростей изменения риска за рассматриваемый период работы КФ $\Delta T_{\text{эк}}$ предложено использовать показатели средней скорости изменения риска $\overline{V_p}$ и среднего риска \overline{P} по каждой из профессий.

Далее были рассчитаны относительные значения рисков травматизма ΔP и его скорости изменения ΔV_p . Для этого величина риска травматизма и скорости изменения для каждого года работы компании делятся на средние показатели этих параметров за рассматриваемый период.

Таблица 3 – Относительные показатели риска травматизма ΔP_i и скорости его изменения ΔV_{P_i} для рассматриваемых профессий

Годы \ Проф	$\Delta P_{ВЗ}$	$\Delta P_{ЦДМ}$	$\Delta P_{ГМ}$	$\Delta P_{ВА}$	$1/\Delta V_{P_{ВЗ}}$	$1/\Delta V_{ПД}$	$1/\Delta V_{P_{ГМ}}$	$1/\Delta V_{ВА}$
2009	2,50	1,69	1,67	2,00	0,40	0,59	0,60	0,46
2010	1,92	1,48	1,47	1,62	0,52	0,68	0,68	0,57
2011	1,47	1,30	1,29	1,32	0,68	0,77	0,78	0,71
2012	1,13	1,14	1,14	1,07	0,88	0,88	0,88	0,87
2013	0,87	1,00	1,00	0,87	1,15	1,01	1,00	1,07
2014	0,66	0,87	0,88	0,70	1,50	1,15	1,14	1,32
2015	0,51	0,77	0,77	0,57	1,96	1,31	1,30	1,63
2016	0,39	0,67	0,68	0,46	2,55	1,50	1,47	2,01
2017	0,30	0,59	0,60	0,38	3,32	1,71	1,67	2,47
2018	0,23	0,52	0,53	0,30	4,33	1,95	1,90	3,05

Примечание: в качестве показателя относительной скорости изменения риска принята обратная величина $1/\Delta V_{P_i}$

На основе полученных данных представляется возможным составить диаграммы, характеризующие риск травматизма для каждой из рассматриваемых профессий, т.е. «Базовую» диаграмму.

В качестве примера на рисунке 12 представлена «Базовая» диаграмма, характеризующая производственный травматизм у машинистов ПДМ.

Для наглядности ячейки диаграммы, соответствующие различным уровням производственного травматизма, окрашиваются в определенный цвет: ярко-зеленый цвет соответствует оптимальному состоянию охраны труда по показателям травматизма, светло-зеленый – допустимому, желтый – удовлетворительному, красный – неудовлетворительному, темно-красный – опасному.

Оценка текущего состояния травматизма у профессии машиниста ПДМ за первый и второй квартал 2019 года осуществлена на основе вычисленных за этот период значений риска травматизма и скорости его изменения, значения которых составили 0,0177 и - 0,0024. После их деления на средние значения для 10-летнего периода относительные величины риска травматизма и скорости его изменения составили соответственно 1,15 и 1,2 (на диаграмме показана обратная величина скорости изменения риска – 0,83)

Из диаграммы на рисунке 15 следует, что при текущих значениях относительной величины риска травматизма и скорости его изменения, состояние охраны труда по этому показателю может быть квалифицировано как «неудовлетворительное» (знак ✦).

Аналогичный анализ, выполненный для профессий взрывник, горный мастер и водитель автомобиля, показал, что уровень охраны труда по показателю производственного травматизма можно охарактеризовать, как «оптимальный».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится новое решение актуальной научно-производственной задачи: разработка адресного подхода к выбору приоритетных направлений снижения производственного травматизма и профзаболеваний на горнодобывающих предприятиях Крайнего Севера на основе риск-ориентированного подхода.

Основные научные и практические результаты, полученные в процессе выполнения работы, заключаются в следующем:

1. Анализ производственного травматизма и профессиональных заболеваний для горнодобывающих предприятий Крайнего Севера следует осуществлять с учетом величины «фонового» риска, обусловленного негативным влиянием на здоровье людей параметров окружающей среды.

2. Удельный вес «фонового» риска в общем риске производственного травматизма и профзаболеваний для районов Крайнего Севера составляет соответственно 25%-28% и 30%-35%.

3. При ранжировании горнодобывающих предприятий Крайнего Севера по показателям производственного травматизма необходимо принимать во внимание соотношения между коэффициентами регрессии линейной корреляции, характеризующей динамику травматизма, вычисленными для каждого из подразделений (рудников) компании, и аналогичными коэффициентами, рассчитанными для самой компании.

4. Для сравнительной оценки показателей производственного травматизма в КФ АО «Апатит» может быть использован показатель p , равный отношению коэффициентов регрессии линейной корреляции для рудников и АО «Апатит» и позволяющий считать, что уровень травматизма удовлетворительный при $p > 1$, приемлемый при $0 < p < 1$ и неудовлетворительный при $p < 0$.

5. Приемлемый уровень травматизма за весь период работы горнодобывающего предприятия не гарантирует соответствия аналогичному уровню состояния травматизма в отдельные промежутки этого периода, когда травматизм может классифицироваться как неудовлетворительный.

6. Для КФ АО «Апатит» и его рудников к наиболее травмоопасным рабочим профессиям относятся взрывники, машинисты ПДМ, горные мастера и водители автомобиля. При этом динамика риска производственного травматизма при значении корреляционного соотношения, превосходящего 0,8 и статистической надежности 0,9, описывается экспоненциальными уравнениями.

7. Сравнительная оценка уровня производственного травматизма для рассматриваемых профессий в течение 10-летнего периода работы КФ АО «Апатит» может быть осуществлена на основе «базовых диаграмм» рисков травматизма, построенных в координатах: относительное значение риска – обратная величина относительного значения скорости изменения риска.

8. Выбор первоочередных мероприятий по снижению травматизма у рабочих профессий КФ АО «Апатит» следует определять на основе оценки текущего состояния травматизма, характеризующегося риском и скоростью его изменения за

рассматриваемое время (квартал, полугодие), и последующего использования «базовой диаграммы» травматизма для каждой профессии.

9. Перспективность выполненных исследований связана с возможностью внедрения разработанного метода для оценки состояния уровня охраны труда на предприятиях Крайнего Севера России.

Публикации в изданиях из перечня ВАК:

1. Коршунов Г.И. Анализ профессионального риска травмирования персонала на предприятии по добыче апатитовых руд/ Г.И. Коршунов, Е.С. Фалова, Е.И. Кабанов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М: Горная книга. «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» - 2019 – С. 108-116 (Scopus)

2. Гендлер С.Г. Анализ состояния производственного травматизма на Кировском филиале АО «Апатит»/ Гендлер С.Г., Фалова Е.С.// Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2019. - №4 – С. 63-72 (WoS)

3. Коршунов Г.И. Анализ состояния системы управления охраной труда на шахте "ОБУХОВСКАЯ"/ Коршунов Г.И., Никулин А.Н., Фалова Е.С. // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М: Горная книга. «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» - 2017 – С. 383-390

4. Гендлер С.Г. Особенности оценки риска профзаболеваний и производственного травматизма в горнодобывающих отраслях Северных регионов России/ Гендлер С.Г., Фалова Е.С. // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2019. - №4 – С. 54-63 (WoS)

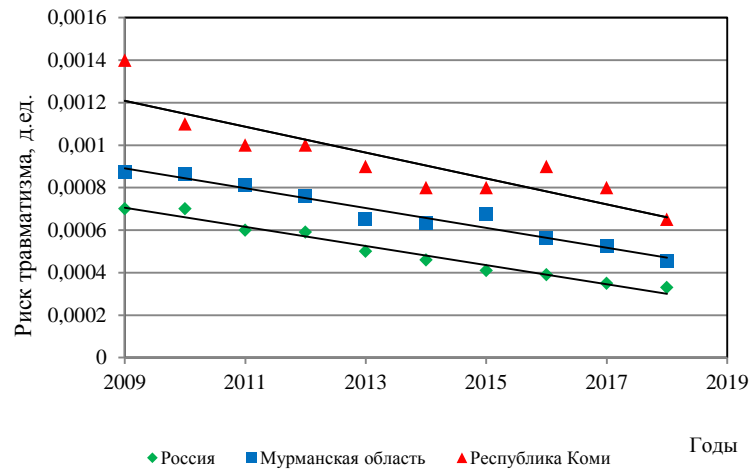


Рисунок 1 – Динамика риска производственного травматизма в РФ, Мурманской области и Республики Коми

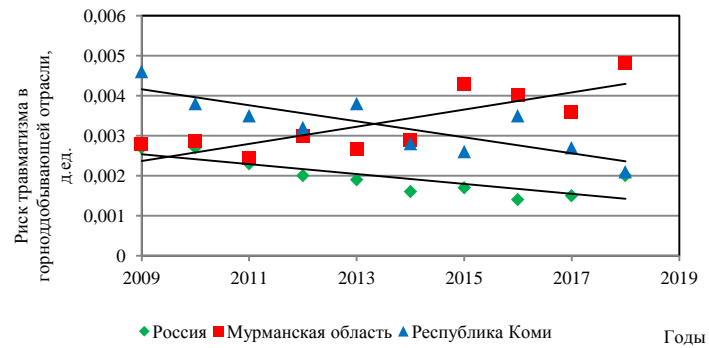


Рисунок 3–Динамика риска производственного травматизма в горнодобывающих отраслях РФ, Мурманской области и Республики Коми

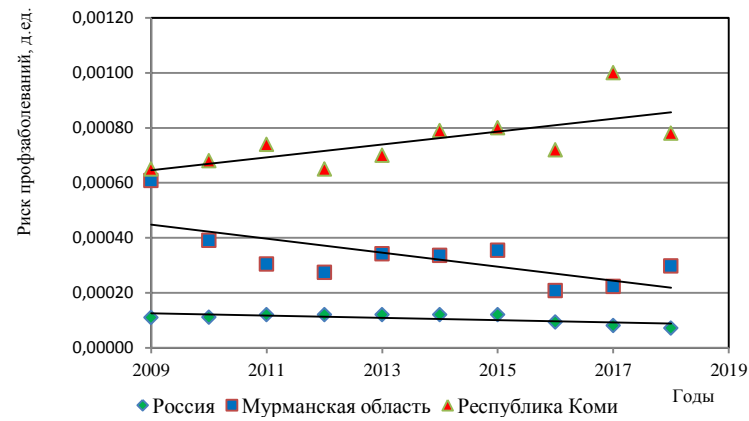


Рисунок 2 – Динамика риска профзаболеваний в РФ, Мурманской области и Республики Коми

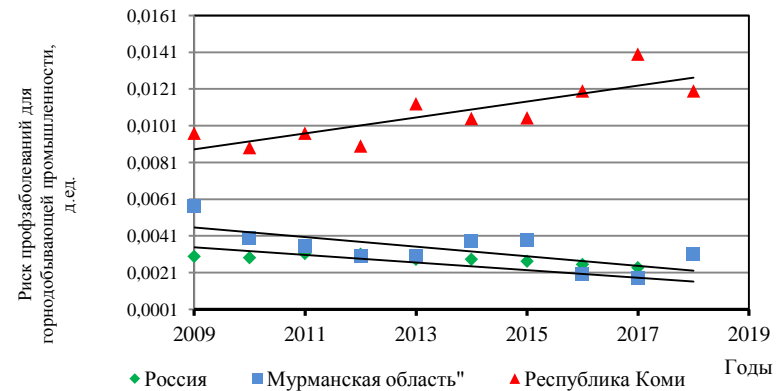


Рисунок 4 – Динамика риска профзаболеваний в горнодобывающих отраслях РФ, Мурманской области и Республики Коми



Рисунок 7– Удельный вес «фонового риска» в общем риске травматизма по Мурманской области



Рисунок 8 – Удельный вес «фонового риска» в общем риске травматизма по Республике Коми

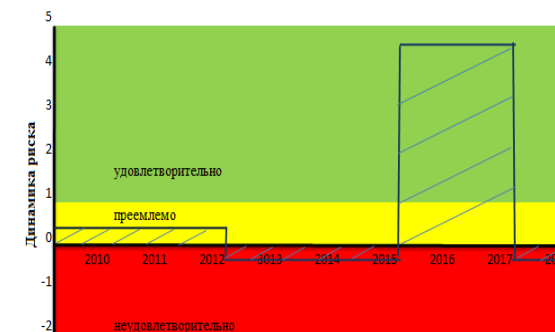


Рисунок 13– Ранжирование ОКР по уровню производственного травматизма в течение 10-летнего пенриода его работы.



Рисунок 9– Удельный вес «фонового риска» в общем риске профзаболеваний по Мурманской области



Рисунок 10– Удельный вес «фонового риска» в общем риске профзаболеваний по Республике Коми

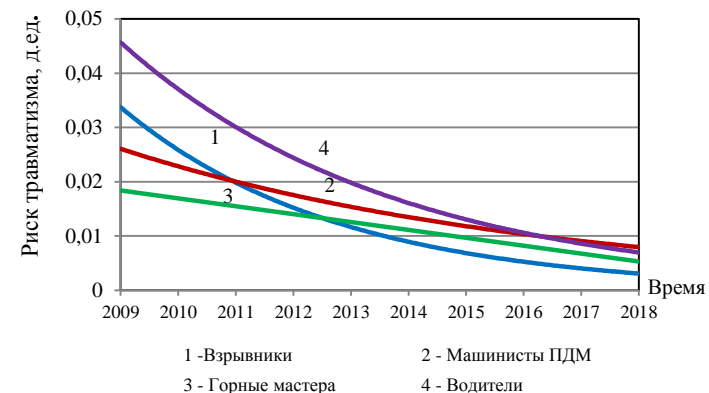


Рисунок 14 – Динамика риска травматизма основных профессий в КФ АО «Апатит» в период с 2010 по 2018.

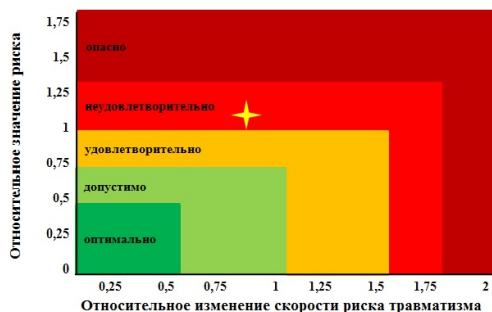


Рисунок 15 – «Базовая» диаграмма рисков травматизма для профессии машиниста ПДМ