

На правах рукописи

Боровиков Дмитрий Олегович



**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА
ДЛЯ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ,
РАСПОЛОЖЕННЫХ В ХОЛОДНОМ КЛИМАТЕ**

Специальность 2.10.3. Безопасность труда

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

Санкт-Петербург – 2025

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент

Гридина Елена Борисовна

Официальные оппоненты:

Каледина Нина Олеговна

доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», кафедры безопасности и экологии горного производства, профессор;

Смолин Антон Вячеславович

кандидат технических наук, общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства», лаборатория производственных рисков, научный сотрудник.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово.

Защита диссертации состоится **16 сентября 2025 г. в 13:00** на заседании диссертационного совета ГУ.7 Горного университета по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д.2, **аудитория № 1171а.**

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

Автореферат разослан 16 июля 2025 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



АФАНАСЬЕВ
Павел Игоревич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований

В настоящее время объемы выемки угля открытым способом в АО «СУЭК» продолжают планомерно расти. За последние 20 лет годовой объем добычи угля подземным способом увеличился на 28 %, что составляет 130 млн т/год, а годовой объем добычи открытым способом увеличился на 89 %, что составляет 345 млн т/год. За рассмотренный промежуток времени доля открытой разработки угольных месторождений в АО «СУЭК» превалирует над подземным способом и составляет более 70 %.

Статистические данные, характеризующие производственный травматизм за 15-летний период деятельности компании, свидетельствуют о положительной динамике его снижения при подземном способе добычи в 5,8 раза в соответствии с международным показателем LTIFR. Вместе с тем при открытом способе отсутствует тенденция к снижению травматизма, и показатель LTIFR остается равным показателю 15-летней давности (рисунок 1).

Причиной этого является значительное влияние метеорологических и экологических параметров окружающего воздуха, которые формируют воздушную среду в угольных разрезах. Можно сказать, что эти параметры являются независимыми от человека и практически неконтролируемыми, в результате чего их следует принимать во внимание при выборе мер по снижению уровня производственного травматизма на угольных разрезах.

В связи с этим оценка совокупного влияния факторов производственного травматизма и разработка мероприятий по минимизации их негативного воздействия на производственный травматизм должны учитывать влияние эколого-климатических характеристик района расположения угольного разреза, а также горно-геологических и горнотехнических параметров разработки самого месторождения. Реализация данного подхода должна основываться на принципах риск-ориентированного управления, позволяющего учитывать удельный вес факторов, влияющих на уровень производственного травматизма, распределение которых носит стохастический характер. Указанный подход также целесообразно использовать в качестве

методологической основы для долгосрочного планирования мероприятий по охране труда в горнодобывающей компании.

Таким образом, разработка метода оценки производственного травматизма для угольных разрезов, расположенных в холодном климате, направленного на снижение уровня травматизма и повышение безопасности труда, определяет научную и практическую актуальность диссертационного исследования.

Степень разработанности темы исследования

Вопросами разработки методов оценки производственного травматизма в горнодобывающей отрасли были посвящены исследования многих отечественных и зарубежных ученых: А.В. Галкина, С.Г. Гендлера, С.В. Жунды, Е.И. Кабанова, Г.И. Коршунова, И.Л. Кравчука, К.В. Кулецкого, Е.А. Прохоровой, М.Л. Рудакова, А.И. Фомина, Н.Д. Цхадая, Л.А. Шевченко, Ю.В. Шувалова, A. Badri, G. Fu, J. Fu, H. Hao, F. Nie, O. Nikitin, J-R. Pastarus, S. Sabanov, J. Zhang, W. Zhang и многих других авторов.

В указанных исследованиях основное внимание сосредоточено на технических и технологических причинах возникновения производственного травматизма, при этом недостаточно учитываются факторы, обусловленные воздействием эколого-климатических особенностей региона, в котором расположено месторождение. С этой целью необходимо разработать методы оценки рисков, которые будут учитывать более широкий спектр определяющих факторов.

Объект исследования – угольные разрезы, расположенные в холодном климате.

Предмет исследования – факторы, определяющие производственный травматизм на угольных разрезах, расположенных в холодном климате.

Цель работы – снижение уровня производственного травматизма на основании адресных мероприятий, комплексно учитывающих влияние личностных, организационных, эколого-климатических, горно-геологических и горнотехнических факторов.

Идея работы – мероприятия по снижению уровня риска производственного травматизма должны осуществляться на основе сравнительной динамики риска производственного травматизма с последующей оценкой для каждого из типов риска удельного веса

личностных, организационных, эколого-климатических, горно-геологических и горнотехнических факторов.

Поставленная в диссертационной работе цель достигается посредством решения нижеуказанных **задач**:

1. Произвести анализ производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате.

2. Разработать методику определения комплексного показателя риска производственного травматизма, определяющего сочетанное действие рисков травматизма, связанных с влиянием, эколого-климатических, горно-геологических и горнотехнических факторов.

3. Произвести ранжирование угольных разрезов по величине комплексного показателя, учитывающего сравнительную динамику рисков производственного травматизма.

4. Разработать рекомендации по снижению рисков производственного травматизма для угольных разрезов, расположенных в холодном климате.

Научная новизна работы:

1. Обоснован комплексный показатель для оценки риска производственного травматизма, учитывающий совокупное влияние эколого-климатических характеристик района расположения угольного разреза и горнотехнических параметров разработки месторождения.

2. Выявлены корреляционные зависимости риска производственного травматизма от уровня сезонных заболеваний работников.

Соответствие паспорту специальности. Полученные научные результаты соответствуют паспорту специальности 2.10.3. Безопасность труда по пунктам: 4. Развитие методологии управления профессиональными рисками, обоснование критериев и социально приемлемых уровней риска, разработка методов оценки и способов снижения профессионального риска на объектах; 5. Разработка научно обоснованных методов учета, анализа, прогноза и оценки социально-экономических последствий аварийности, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Теоретическая и практическая значимость работы:

1. Разработана методика определения комплексного показателя риска производственного травматизма, учитывающего сочетанное действие рисков, связанных с влиянием эколого-климатических, горно-геологических и горнотехнических факторов.

2. Предложен алгоритм ранжирования угольных разрезов по величине комплексного показателя, учитывающего сравнительную динамику рисков производственного травматизма, связанных с влиянием эколого-климатических, горно-геологических и горнотехнических факторов.

3. Разработаны адресные мероприятия по снижению рисков производственного травматизма на примере АО «Разрез Тугнуйский».

4. Результаты диссертационной работы использованы в производственной деятельности АО «СУЭК-Красноярск» для повышения эффективности функционирования системы управления охраной труда при добыче угля открытым способом (акт об использовании результатов от 06.03.2025 г.).

5. Результаты диссертационной работы подтверждены свидетельством о государственной регистрации базы данных № 2025620683 «База данных случаев производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате» от 10.02.2025 г.

Методология и методы исследования

Для решения поставленных задач использован комплексный метод, включающий:

1. Аналитический обзор методов расчета рисков производственного травматизма на угольных разрезах;

2. Корреляционно-регрессионный анализ статистических данных по производственному травматизму на угольных разрезах;

3. Анкетирование работников АО «Разрез Тугнуйский» на основании разработанной анкетной карты;

4. Формирование базы данных по оценке уровня производственного травматизма на рассматриваемых угольных разрезах.

Положения, выносимые на защиту:

1. При определении риска производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате, следует учитывать влияние эколого-климатических характеристик района расположения угольного разреза, а также горно-геологических и горнотехнических параметров разработки месторождения.

2. Ранжирование угольных разрезов, расположенных в холодном климате, по уровню производственного травматизма следует осуществлять на основе комплексного показателя риска производственного травматизма, учитывающего совокупное влияние эколого-климатических и горнотехнических факторов.

3. Выбор адресных мероприятий по снижению производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате, следует осуществлять на основе сравнительной динамики риска производственного травматизма с последующей оценкой для каждого из типов риска удельного веса личностных, организационных, эколого-климатических и горнотехнических факторов.

Степень достоверности результатов исследования подтверждается анализом существующей научно-технической информации: государственной статистической отчетности, отчетности федеральных органов исполнительной власти, современных методов оценки профессиональных рисков, в частности, применением корреляционно-регрессионного метода на основе программного обеспечения StatSoft STATISTICA для анализа статистических данных по производственному травматизму на угольных разрезах.

Апробация результатов работы проведена на 11 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 6 международных. За последние 3 года принято участие в 5 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 3 международных: 1. Международная научно-практическая конференция в рамках 29-ой Международной выставки «Агрорусь» (3 сентября 2020 года, г. Санкт-Петербург); 2. X Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий: Эффективное освоение месторождений полезных ископаемых», (14-16 октября 2020 года, г. Санкт-Петербург); 3.

Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (09-26 марта 2021 года, г. Санкт-Петербург); 4. XIX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (12-16 апреля 2021 года, г. Санкт-Петербург); 5. XVII International Forum-Contest of Students and Young Researchers «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources» (31 мая-6 июня 2021 года, г. Санкт-Петербург); 6. IV Международная научно-практическая конференции «Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование» (26-28 октября 2021 года, г. Санкт-Петербург); 7. Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (18-29 апреля 2022 год, г. Санкт-Петербург); 8. XVIII International Forum-Contest of Students and Young Researchers «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources» (16-20 мая 2022 года, г. Санкт-Петербург); 9. Всероссийская научная конференция (с международным участием) «Промышленная безопасность и охрана труда» (13-15 декабря 2023 года, г. Санкт-Петербург); 10. XXXII Международный научный симпозиум «Неделя Горняка 2024» (30 января-2 февраля 2024 года, г. Москва); 11. XX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (2-6 декабря 2024 года, г. Санкт-Петербург).

Личный вклад автора состоит в проведении анализа как отечественных, так и зарубежных научных источников, посвящённых методам оценки производственного травматизма. Выполнен статистический анализ показателей производственного травматизма семи горнодобывающих предприятий (угольных разрезов) АО «СУЭК». Сформирована и запатентована база данных случаев производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате. Разработана структура анкетной карты и проведена её апробация среди работников АО «Разрез Тугнуйский». Разработана методика определения комплексного показателя, учитывающего сочетанное действие рисков травматизма, связанных с влиянием эколого-климатических и горнотехнических факторов на угольных разрезах. В ходе теоретических и практических исследований были разработаны рекомендации, направленные на снижение производственного травматизма для АО «Разрез Тугнуйский».

Публикации. Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 12 печатных работах, в том числе в 1 статье – издании из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Структура работы. Диссертация состоит из оглавления, введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, включающего 127 наименований, и 5 приложений. Диссертация изложена на 131 странице машинописного текста, содержит 30 рисунков и 20 таблиц.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность кандидату технических наук, доценту Гридиной Елене Борисовне за высококвалифицированное руководство в процессе подготовки и выполнения диссертационного исследования. За помощь и поддержку, оказываемую на всех этапах подготовки диссертационного исследования, автор выражает благодарность заведующему кафедрой безопасности производств доктору технических наук, профессору Гендлеру Семену Григорьевичу. За ценные научные советы и рекомендации в процессе подготовки диссертационного исследования автор выражает благодарность всему коллективу кафедры безопасности производств.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложены актуальность исследования, цель, задачи работы, научная новизна и основные защищаемые положения диссертации.

В первой главе выполнен анализ производственного травматизма для семи угольных разрезов АО «СУЭК». Рассчитана частота травм с временной потерей трудоспособности согласно международному показателю LTIFR. В среднем по рассматриваемым предприятиям на каждый миллион отработанных часов приходится 0,8 травм с потерей рабочего времени. Установлены факторы, определяющие травматизм при разработке угольных месторождений открытым способом.

Во второй главе дано описание современных методов оценки профессиональных рисков с выявлением достоинств и недостатков каждого из описываемых методов. Рассмотрены качественные и количественные методы оценки с выделением наиболее значимых, таких как корреляционно-регрессионный метод и метод интервью (анкетирования).

В третьей главе изложены результаты диссертационного исследования по оценке рисков производственного травматизма рассматриваемых угольных разрезов АО «СУЭК». Построены корреляционно-регрессионные модели риска травматизма. Представлена методика определения комплексного показателя риска травматизма, учитывающего совокупное влияние эколого-климатических характеристик района расположения угольного разреза, а также горно-геологических, горнотехнических параметров разработки месторождения. Предложен алгоритм ранжирования угольных разрезов АО «СУЭК» по величине комплексного показателя риска производственного травматизма.

В четвертой главе представлены результаты анкетирования трех групп респондентов на примере АО «Разрез Тугнуйский» и дополнительно учтены мнения экспертов в области промышленной безопасности и охраны труда. Проведена оценка согласованности мнения экспертов согласно коэффициенту конкордации Кендалла. Выявлены статистически значимые связи между исследуемыми показателями респондент и факторами, влияющими на производственный травматизм. Разработаны рекомендации по снижению производственного травматизма на примере АО «Разрез Тугнуйский».

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационного исследования.

Основные результаты диссертации отражены в следующих защищаемых положениях:

1. При определении риска производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате, следует учитывать влияние эколого-климатических характеристик района расположения угольного разреза, а также горно-геологических и горнотехнических параметров разработки месторождения.

Факторы, определяющие производственный травматизм, должны устанавливаться на основе метода корреляционно-регрессионного анализа. С помощью этого метода представляется возможным выявить связи между рисками травматизма для угольных разрезов и факторами, определяющими данные риски.

В диссертационном исследовании рассмотрены семь угольных разрезов АО «СУЭК», а именно ООО «Приморскуголь»; АО «Разрез Тугнуйский»; АО «Разрез Харанорский»; АО «СУЭК-Красноярск»; АО «СУЭК-Кузбасс»; ООО «СУЭК-Хакасия»; АО «Ургалуголь».

Статистические данные показывают, что наиболее травмоопасными является зимний и осенний периоды с преобладающими отрицательными температурами, а также весенний период, во время которого происходит смена климатических условий (рисунок 2), характеризующихся обострением сезонных заболеваний, что неблагоприятно влияет на психофизиологические параметры работников, в связи с чем, была установлена зависимость риска производственного травматизма от сезонных заболеваний работников на примере АО «Разрез Тугнуйский» (рисунок 3).

В связи с этим можно сказать, что риск производственного травматизма зависит в первую очередь от эколого-климатических характеристик района расположения угольного разреза, а именно от температуры окружающего воздуха и значения интегрального экологического показателя.

Результат корреляционного анализа демонстрирует высокую обратную связь между риском травматизма и температурой окружающего воздуха ($r = -0,716$; $R^2=0,512$), показывающую, что при уменьшении температуры увеличивается значение риска травматизма (рисунок 4). Кроме того, наблюдается заметная обратная связь между риском травматизма и интегральным экологическим показателем региона ($r = -0,681$; $R^2=0,464$), показывая, что при уменьшении значения интегрального показателя (то есть ухудшении экологической обстановки в регионе) увеличивается значение риска травматизма (рисунок 5).

Для дальнейшего выявления тесноты связи были рассмотрены основные горно-геологические и горнотехнические параметры

разработки месторождения, к которым относятся: глубина отработки месторождения, мощность отрабатываемого пласта, ширина рабочей площадки, высота уступа, угол откоса уступа, угол откоса борта, плотность породы, коэффициент крепости породы по Протодюканову, наличие подготовки пород взрывом (БВР).

В качестве критерия статистически значимых переменных были использованы значения t и F -критерия на уровне значимости $p < 0,05$ ($p < 5\%$), указывающие на то, что полученные результаты не являются случайными и могут быть признаны достоверными.

В результате анализа были выявлены два параметра, удовлетворяющих данному требованию с высокой и умеренной теснотой связи, а именно: глубина отработки ($r = 0,831$; $R^2 = 0,691$) и наличие подготовки пород взрывом ($r = 0,408$; $R^2 = 0,166$), но в связи с низким значением коэффициента детерминации по фактору БВР было принято решение от данного параметра отказаться.

Таким образом, на основании корреляционно-регрессионного анализа можно сделать вывод о том, что при определении риска производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате, следует учитывать влияние эколого-климатических характеристик района расположения угольного разреза и горнотехнических параметров разработки месторождения, а именно: температуру окружающего воздуха, интегральный экологический показатель региона и текущую глубину отработки разреза.

2. Ранжирование угольных разрезов, расположенных в холодном климате, по уровню производственного травматизма следует осуществлять на основе комплексного показателя риска производственного травматизма, учитывающего совокупное влияние эколого-климатических и горнотехнических факторов.

Ранжирование угольных разрезов АО «СУЭК» по уровню производственного травматизма предлагается осуществлять на основе комплексного показателя, учитывающего совокупное влияние эколого-климатических и горнотехнических факторов (1):

$$R = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 E + \beta_3 H + \varepsilon \quad (1)$$

где β_0 – свободный член;

β_1 - β_3 – весовые коэффициенты;

T – температура окружающего воздуха, °C;

Е – интегральный экологический показатель региона;

Н – текущая глубина разреза, м;

ε – ошибка модели.

Итоговое значение комплексного показателя риска производственного травматизма получается в результате расчета множественной регрессии с использованием программного обеспечения StatSoft STATISTICA и получения единого регрессионного уравнения (таблица 1).

При проверке итоговой регрессионной модели на адекватность можно сказать, что независимые переменные имеют высокую тесноту связи с риском травматизма.

Таблица 1 – Комплексный показатель риска травматизма

Предприятие	Регрессионное уравнение	Значение риска за 2023 г.
СУЭК-Кузбасс	$R = 1,9 \cdot 10^{-3} - 10^{-5} \cdot T - 3,2 \cdot 10^{-5} \cdot E + 0,7 \cdot 10^{-5} \cdot H + 0,02 \cdot 10^{-3}$	$1,111 \cdot 10^{-3}$
Разрез Харанорский		$1,040 \cdot 10^{-3}$
СУЭК-Красноярск		$0,788 \cdot 10^{-3}$
Разрез Тугнуйский		$0,786 \cdot 10^{-3}$
Приморскуголь		$0,664 \cdot 10^{-3}$
СУЭК-Хакасия		$0,659 \cdot 10^{-3}$
СУЭК-Хакасия		$0,659 \cdot 10^{-3}$
Ургалуголь		$0,243 \cdot 10^{-3}$

Коэффициент корреляции для температуры окружающего воздуха составляет -0,710, для интегрального экологического показателя -0,666 и для текущей глубины разреза 0,831, где отрицательное значение корреляции свидетельствует о наличии обратной связи, то есть при уменьшении значения рассматриваемого показателя происходит увеличение риска производственного травматизма.

Коэффициент детерминации, равный 0,830, показывает, что доля дисперсии риска производственного травматизма рассматриваемой модели зависит от объясняющих переменных на 83 %.

При проверке модели по критерию Фишера (F-критерий), получаем, что расчетное значение F-критерия, равное 62,063, больше

теоретического – 2,84, что говорит о том, что все факторы (кроме константы) являются незначимыми, поэтому при их наличии модель в целом можно назвать значимой.

При проверке модели по методу остатков получаем, что они не коррелируют между собой, то есть отсутствует место постоянного однонаправленного воздействия на риск производственного травматизма не учтённых в модели факторов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что представленная регрессионная модель расчета риска производственного травматизма является адекватной. Среднее отклонение прогнозного значения риска от фактического составляет 15 %.

На основе сравнения полученных рисков с базовыми значениями риска травматизма по Российской Федерации представляется возможным классифицировать их на следующие категории:

Таблица 2 – Риск производственного травматизма

Значение риска	Категория риска
$0 < R \leq 0,25 \cdot 10^{-3}$	Допустимый
$0,25 \cdot 10^{-3} < R \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$	Малый
$0,5 \cdot 10^{-3} < R \leq 1 \cdot 10^{-3}$	Средний
$R > 1 \cdot 10^{-3}$	Высокий

3. Выбор адресных мероприятий по снижению производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате, следует осуществлять на основе сравнительной динамики риска производственного травматизма с последующей оценкой для каждого из типов риска удельного веса личностных, организационных, эколого-климатических и горнотехнических факторов.

В результате обработки статистической информации, полученной на основании анализа актов расследования несчастных случаев (Акт Н-1), была сформирована база данных случаев производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате. База данных содержит упорядоченную информацию за 15-летний период о причинах и обстоятельствах несчастных случаев, произошедших с работниками, с указанием даты, времени и места несчастного случая. В базе данных также представлены сведения о социально-демографических характеристиках пострадавших

(возраст, пол, профессия, профессиональный стаж). На основе базы данных были установлены причины производственного травматизма, связанного с влиянием личностных, организационных, эколого-климатических и горнотехнических факторов. На рисунке 6 представлено соотношение основных причин травматизма за 15-летний период с указанием удельного веса для каждого фактора.

В ходе дальнейшего исследования было осуществлено анкетирование работников АО «Разрез Тугнуйский». Для этого была разработана анкетная карта, состоящая из пяти блоков, включающих более 70 вопросов (факторов травматизма). Целевой аудиторией анкетирования являлись три группы респондентов: топ-менеджмент предприятия, инженерно-технические работники (ИТР) и производственный персонал разреза, а также эксперты в области промышленной безопасности и охраны труда (ПБ и ОТ). Общее количество респондентов составило более 100 человек.

В результате проведенного анализа на основе программного обеспечения StatSoft STATISTICA итоговое количество факторов, принятых к рассмотрению, было сокращено до 50.

Описание десяти наиболее значимых факторов представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Наиболее значимые факторы производственного травматизма по мнению работников угольного разреза

Фактор	Описание
ф 15	Недостаточный уровень заработной платы за выполняемую работу
ф 01	Большое количество работников там, где в этом нет необходимости (мешают работе)
ф 05	Желание получить регресс, обеспечить старость
ф 29	Набор низкоквалифицированных работников (без опыта работы по рабочей специальности или без профильного образования)
ф 19	Неудовлетворительное физическое состояние (стало плохо во время работы)
ф 32	Недостаточная согласованность между отделами предприятия

Продолжение таблицы 3

Фактор	Описание
ф 49	Стремление руководства выполнения плана любой ценой (был простой - нужно догонять)
ф 09	Личная неосторожность (невнимательность, поспешность)
ф 04	Выполнение работы, основываясь на личном опыте, а не инструкциях или правилах
ф 10	Монотонность труда

Распределение факторов производственного травматизма с указанием коэффициентов конкордации Кендалла для каждой группы респондентов представлено на рисунке 7.

Наибольшую степень согласованности имеет группа топ-менеджмента предприятия, поскольку разделяет общее понимание причин возникновения травматизма и принимает коллегиальные решения по повышению безопасности труда, снижению экономических и репутационных рисков для компании. Второй по значимости группой являются инженерно-технические работники. Это связано с тем, что работники ИТР-группы основываются на единых методах оценки рисков, регламентированных на предприятии, выделяя унитарные причины травматизма, с которыми сталкиваются в процессе трудовой деятельности. Низкий коэффициент конкордации среди производственного персонала объясняется отсутствием единого понимания причин возникновения травм и их последствий. Это связано с разной степенью профессиональной подготовленности работников, разным восприятием безопасности, разной спецификой их рабочей деятельности, а также работой в разных структурных подразделениях. Поясняя согласованность мнений экспертов в области ПБ и ОТ, стоит отметить, что они по-разному оценивают причины и условия возникновения опасных событий, а также руководствуются различными методами. При этом, эксперты, в значительной мере, основываются на собственном мнении и опыте, в том числе расследования несчастных случаев или аварий по горнодобывающей отрасли в целом, не делая акцент на определенное предприятие (угольный разрез).

На основании полученной информации предложены адресные мероприятия по снижению уровня производственного травматизма с учетом мнения анализируемых групп респондентов, а также предложены мероприятия по профилактике сезонных заболеваний (таблица 4-8).

С точки зрения повышения экологической обстановки и снижения риска развития профессиональных заболеваний, что в свою очередь будет способствовать снижению общего уровня травматизма на предприятии, предложены следующие мероприятия:

Мероприятия по снижению выбросов пыли:

- увлажнение дорог и прочих рабочих поверхностей разреза и отвалов для уменьшения пыления; использование связующих добавок при недостаточной эффективности увлажнения;

- интенсификация естественного воздухообмена в разрезе; использование искусственной вентиляции при недостаточности подходов по интенсификации;

- озеленение территорий и создание пылезащитных полос;

- установка пылеулавливающих фильтров на технологическом оборудовании (конвейеры);

- выбор оптимальных мест для складирования пород с учетом рельефа и розы ветров;

формирование отвалов с учетом предотвращения их обрушений и оползней;

- уплотнение и террасирование отвалов для уменьшения пыления.

Мероприятия по утилизации автомобильных шин:

1) организация системы сбора и хранения изношенных шин:

- создание специальных площадок для временного хранения шин с защитой от возгорания;

- маркировка шин по степени износа для выявления пригодных к восстановлению;

- ведение системы учета количества изношенных шин и их утилизации.

2) восстановление и повторное использование:

- восстановление шин (нарезка нового протектора, вулканизация);

- использование старых шин в качестве ударопоглощающих барьеров на производственных площадках.

3) передача шин в переработку:

- заключение договоров со специализированными предприятиями по переработке шин;
- организация логистики для транспортировки шин на перерабатывающие заводы;
- участие в государственных и региональных программах по утилизации резины.

4) внедрение технологий переработки на месте:

- установка мобильного дробильного оборудования для переработки шин в резиновую крошку и использование полученной крошки для покрытия дорог и пешеходных зон.

Таким образом, можно сказать, что выбор адресных мероприятий по снижению производственного травматизма на угольных разрезах следует осуществлять на основе сравнительной динамики риска производственного травматизма с последующей оценкой для каждого из типов риска удельного веса личностных, организационных, эколого-климатических и горнотехнических факторов, а также следует учитывать мнения работников различных производственных групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация представляет собой работу, посвященную решению актуальной задачи при разработке угольных месторождений, расположенных в холодном климате, направленной на снижение уровня риска производственного травматизма, на основании адресных мероприятий, комплексно учитывающих влияние личностных, организационных, эколого-климатических, горно-геологических и горнотехнических факторов.

На основе результатов, полученных в рамках диссертационного исследования, представляется возможным осуществлять планирование адресных мероприятий по снижению производственного травматизма для повышения безопасности труда на угольных разрезах, расположенных в холодном климате. По результатам диссертационного исследования сделаны следующие выводы:

1. Произведен анализ производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате, на основании которого установлено, что совокупное влияние факторов производственного травматизма может быть учтено с помощью комплексного показателя, учитывающего влияние эколого-климатических и горнотехнических факторов.

2. Обоснован комплексный показатель для оценки риска производственного травматизма, учитывающий совокупное влияние эколого-климатических характеристик района расположения угольного разреза и горнотехнических параметров разработки месторождения, а именно установлена линейная зависимость риска производственного травматизма от: температуры воздуха, интегрального экологического показателя региона; глубины отработки разреза; сезонных заболеваний работников.

3. Произведено ранжирование угольных разрезов по величине комплексного показателя риска производственного травматизма, на основании которого определяется приоритетность по планированию адресных мероприятий по снижению уровня производственного травматизма.

4. Предложены рекомендации по снижению рисков производственного травматизма для угольных разрезов, расположенных в холодном климате на основе сравнительной динамики риска производственного травматизма с последующей оценкой для каждого из типов риска удельного веса личностных, организационных, эколого-климатических и горнотехнических факторов, где факторы травматизма распределены в следующем соотношении: личностные – 57 %, организационные – 21 %, эколого-климатические – 15 %, горнотехнические – 7 %.

Дальнейшее развитие темы диссертации предполагает совершенствование предложенной методики определения комплексного показателя риска производственного травматизма, направленное на более детальное изучение факторов травматизма и причин, определяющих данные факторы, с целью разработки адресных мероприятий, направленных на снижение производственного травматизма для угольных разрезов, расположенных в холодном климате.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Гридина, Е.Б. Выявление причин травматизма на основе карт оценки профессиональных рисков на угольном разрезе / Е.Б. Гридина, **Д.О. Боровиков** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 6-1. – С. 114-128.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

2. Gridina, E. Hazard mapping as a fundamental element of OSH management systems currently used in the mining sector / E. Gridina, S. Kovshov, **D. Borovikov** // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2022. – Vol. 1. – PP. 107-115.

3. Gridina, E. Safety improvement in open-pit mines with challenging mining conditions through upgrading avalanche prevention measures / E. Gridina, S. Kovshov, V. Iurevich, **D. Borovikov** // Acta Montanistica Slovaca. – 2024. – Vol. 29, No. 1. – PP. 145-154.

4. Гридина, Е.Б. Повышение безопасности труда рабочего персонала карьера, расположенного в сложных горно-геологических условиях Крайнего Севера / Е.Б. Гридина, **Д.О. Боровиков** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 9-1. – С. 149–163.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025620683 Российская Федерация. База данных случаев производственного травматизма на угольных разрезах, расположенных в холодном климате. Заявка № 2025620280: заявл. 06.02.2025: опубл. 10.02.2025 / Е.Б. Гридина, **Д.О. Боровиков**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 193 КБ.

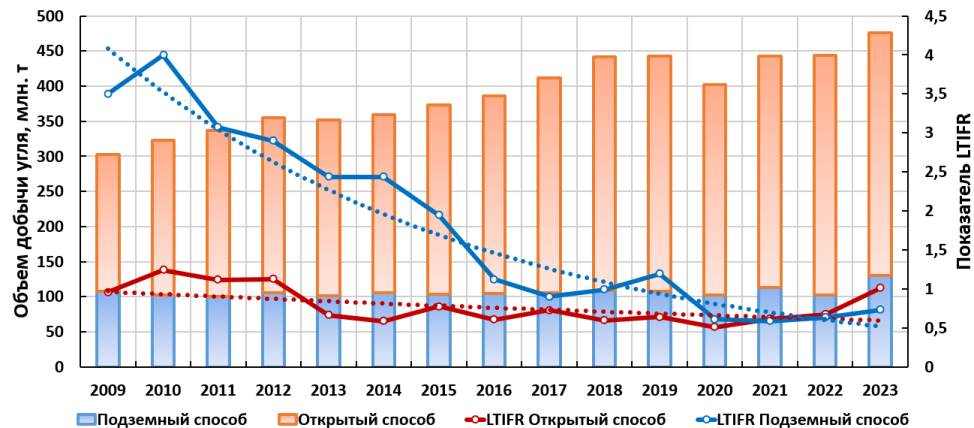


Рисунок 1 – Объемы угля по способам добычи в АО «СУЭК» и показатель LTIFR

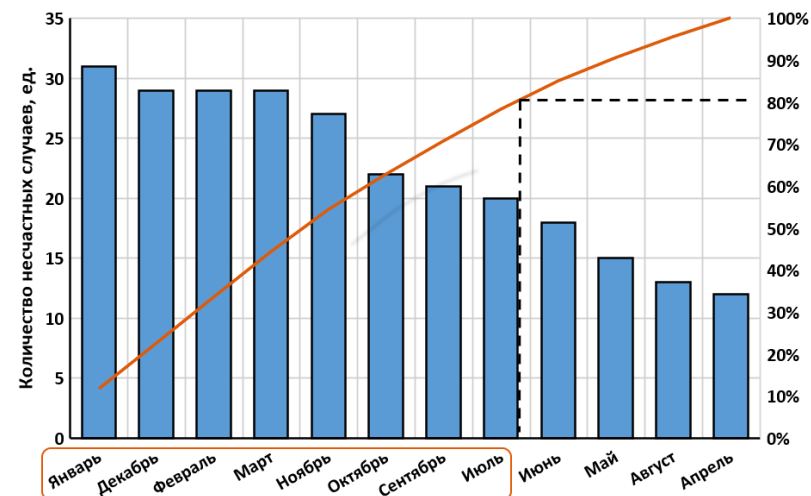


Рисунок 2 – Среднемесячные показатели травматизма в АО «СУЭК»

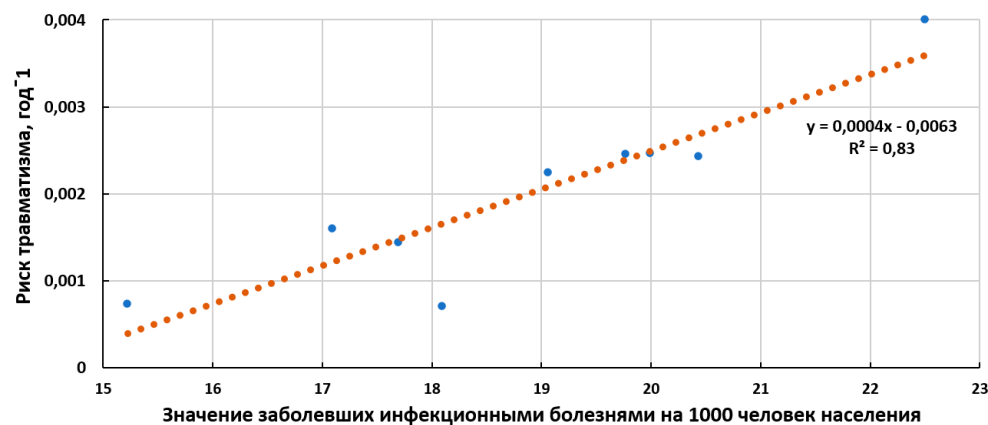


Рисунок 3 – Зависимость риска травматизма от сезонных заболеваний в Республике Бурятия

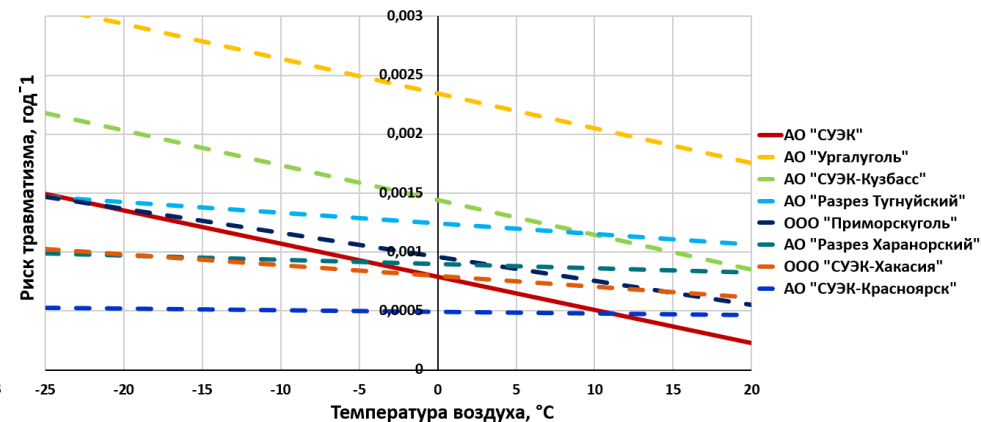


Рисунок 4 – Зависимость риска травматизма от температуры окружающего воздуха

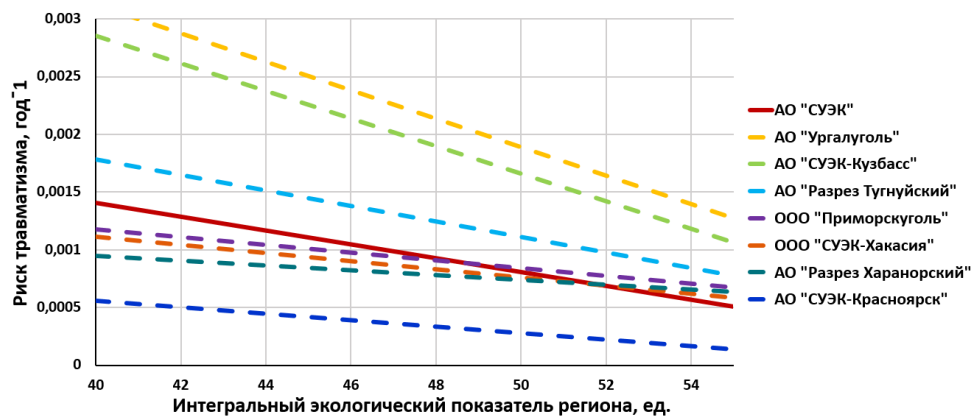


Рисунок 5 – Зависимость риска травматизма от интегрального экологического показателя

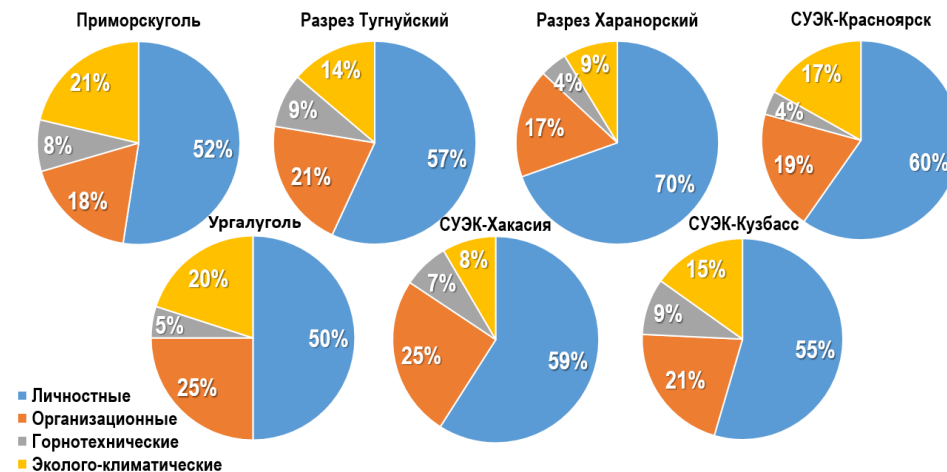


Рисунок 6 – Соотношение основных причин травматизма для угольных разрезов АО «СУЭК»

Все работники разреза
Коэффициент конкордации $W = 0,186$

Топ-менеджмент
Коэффициент конкордации $W = 0,524$

1. Большое количество работников там, где в этом нет необходимости (мешают работе).
2. Несогласованность действий бригады или звена с горным мастером (начальником участка).
3. Несвоевременное материально-техническое снабжение (нет запчастей, приборов, СИЗ).
4. Неудовлетворительное физическое состояние (стало плохо во время работы).
5. Недостаточная согласованность между отделами предприятия.

ИТР
Коэффициент конкордации $W = 0,398$

1. Набор низкоквалифицированных работников (без опыта работы по рабочей специальности или без профильного образования).
2. Личная неосторожность (неосторожность, невнимательность, поспешность).
3. Недостаточный уровень заработной платы за выполняемую работу.
4. Выполнение работы, основываясь на личном опыте, а не инструкциях или правилах.
5. Большое количество работников там, где в этом нет необходимости (мешают работе).

Производственный персонал
Коэффициент конкордации $W = 0,179$

1. Недостаточный уровень заработной платы за выполняемую работу.
2. Недостаточное количество работников там, где в этом есть необходимость (некому помочь).
3. Желание получить регресс, обеспечить старость.
4. Монотонность труда.
5. Несвоевременное материально-техническое снабжение (нет запчастей, приборов, СИЗ).

Эксперты в области ПБ и ОТ
Коэффициент конкордации $W = 0,209$

1. Выдача нечетких, нестандартных, заведомо травмоопасных нарядов (невозможность выполнения наряда без нарушения требований безопасности).
2. Допуск к работе работника в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.
3. Игнорирование требований безопасности (осознанный риск – знаешь, что нельзя, но делаешь).
4. Стремление руководства выполнения плана любой ценой (был простой – нужно догонять).
5. Игнорирование предупреждений об опасности (показания приборов, знаки и сигналы безопасности).

Рисунок 7 – Согласованность мнения экспертов на примере АО «Разрез Тугнуйский»

Таблица 4 – Основные факторы травматизма по мнению топ-менеджмента предприятия

Фактор травматизма	Адресное мероприятие
Большое количество работников там, где в этом нет необходимости (мешают работе)	Повышение квалификации горного мастера для улучшения реализации логистической работы
Несо согласованность действий бригады или звена с горным мастером (начальником участка)	Повышение квалификации горного мастера для улучшения контроля за технологическими работами
Несвоевременное материально-техническое снабжение (нет запчастей, приборов, СИЗ)	Пересмотр подхода к годовому планированию выдачи приборов, средств индивидуальной защиты
Неудовлетворительное физическое состояние (стало плохо во время работы)	Наличие фельдшерской службы на предприятии помимо предсменного контроля. Повышение подготовки персонала по получению практических навыков и опыта оказания первой помощи работникам
Недостаточная согласованность между отделами предприятия	Изменение внутреннего контроля по согласованности работы между отделами предприятия

Таблица 5 - Основные факторы травматизма по мнению производственного персонала предприятия

Фактор травматизма	Адресное мероприятие
Недостаточный уровень заработной платы за выполняемую работу	Повышение стимулирующих выплат за безопасный труд
Недостаточное количество работников там, где в этом есть необходимости (некому помочь)	Повышение квалификации горного мастера для улучшения реализации логистической работы
Желание получить регресс, обеспечить старость	Повышение стимулирующих выплат за безопасный труд
Монотонность труда	Предоставление дополнительных технологических перерывов
Несвоевременное материально-техническое снабжение (нет запчастей, приборов, СИЗ)	Пересмотр подхода к годовому планированию выдачи приборов, средств индивидуальной защиты

Таблица 6 – Основные факторы травматизма по мнению инженерно-технических работников предприятия

Фактор травматизма	Адресное мероприятие
Набор низкоквалифицированных работников (без опыта работы по рабочей специальности или без профильного образования)	Дообучение работников на предприятии по профессии или виду работ. Работа по профессии или виду работ в течении месяца в паре с наставником
Личная неосторожность (невнимательность, поспешность)	Дообучение работников на предприятии по профессии или виду работ. Работа по профессии или виду работ в течении месяца в паре с наставником. Стандартизация всех технологических процессов. Вовлечение работников в оценку профессиональных рисков по профессии или виду работ
Недостаточный уровень заработной платы за выполняемую работу	Повышение стимулирующих выплат за безопасный труд
Выполнение работы, основываясь на личном опыте, а не инструкциях или правилах	Стандартизация всех технологических процессов. Вовлечение работников в оценку профессиональных рисков по профессии или виду работ

Таблица 7 – Основные факторы травматизма по мнению экспертов в области ПБ и ОТ

Фактор травматизма	Адресное мероприятие
Выдача нечетких, нестандартных, заведомо травмоопасных нарядов	Выдача нарядов на основе предварительной оценки профессиональных рисков
Допуск к работе работника в состоянии алкогольного или наркотического опьянения	Предусмотрение возможности допуска независимого медицинского работника для проведения предсменного освидетельствования работников
Игнорирование требований безопасности (осознанный риск – знаешь, что нельзя, но делаешь)	Корректное составление планов выполнения работ, соответствующих времени выполняемой операции
Стремление руководства выполнения плана любой ценой (был простой – нужно догонять)	Постоянная корректировка составления планов выполнения работ со стороны высшего руководства предприятия, основываясь на выявленных ошибках в процессе работ
Игнорирование предупреждений об опасности (показания приборов, знаки и сигналы безопасности)	Стандартизация всех технологических процессов. Вовлечение работников в оценку профессиональных рисков по профессии или виду работ

Таблица 8 – Мероприятия по профилактике сезонных заболеваний

1. Профилактика ОРВИ и гриппа (осень-зима): - вакцинация сотрудников от гриппа и других сезонных инфекций; - проветривание рабочих помещений и установка систем увлажнения воздуха; - размещение антисептиков в местах общего пользования; - ограничение массовых собраний в закрытых помещениях; - организация удаленной работы для сотрудников с признаками болезни; - разъяснительная работа по профилактике простудных заболеваний.
2. Профилактика кишечных инфекций (лето): - контроль за питьевой водой и регулярная санитарная обработка кулеров; - соблюдение норм хранения и приготовления пищи в столовых; - обучение персонала гигиене рук и регулярное напоминание о мытье рук; - санитарный контроль за работниками пищеблока и столовых.
3. Аллергические заболевания (весна-лето): - очистка воздуха с использованием фильтров в помещениях; - снижение воздействия аллергенов – влажная уборка, запрет на разведение цветущих растений в офисах.
4. Обострение хронических заболеваний (осень-весна): - диспансеризация сотрудников и контроль за состоянием работников с хроническими болезнями; - коррекция рабочих нагрузок для людей с сердечно-сосудистыми и респираторными заболеваниями; - организация мест отдыха для работников с хроническими заболеваниями.
5. Обучение и информирование сотрудников: - лекции и тренинги по профилактике сезонных заболеваний; - консультации с медработниками для выявления первых симптомов болезней.