

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.09
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.09.2021 № 8

О присуждении Кольваху Константину Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование метода оценки и управления риском травматизма подземного персонала угольных шахт» по специальности 05.26.01 – Охрана труда (в горной промышленности) принята к защите 22.07.2021 года, протокол № 6 диссертационным советом ГУ 212.224.09 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, приказ ректора Горного университета от 09.07.2020 № 873адм.

Соискатель, Кольвах Константин Андреевич, 16.09.1993 года рождения, в 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело; в 2021 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, диплом об окончании аспирантуры выдан 7 июня 2021 г.

Диссертация «Обоснование метода оценки и управления риском травматизма подземного персонала угольных шахт при обрушении горных пород» выполнена на кафедре безопасности производств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – **Рудаков Марат Леонидович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра безопасности производств, профессор.

Официальные оппоненты:

Филин Александр Эдуардович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры техносферной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»;

Ефремов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы техносферной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»**, г. Кемерово в своем положительном отзыве, подписанном Фоминым Анатолием Иосифовичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой аэрологии, охраны труда и природы; Волгиной Еленой Аркадьевной, секретарем заседания; и утвержденным Яковлевым Алексеем Николаевичем, ВРИО ректора; указала, что практическая значимость работы заключается в установлении предельных величин вероятностей обрушения горных пород для легкого, тяжелого и смертельного травматизма, значения которых вносятся в алгоритм работы МФСБ и при превышении которых система должна сигнализировать о возникновении опасной ситуации.

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 11 печатных трудах, в том числе в 3 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), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен 1 патент на изобретение.

Общий объем – 7,5 печатных листов, в том числе 4,5 печатных листа – соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Рудаков, М.Л. О возможности использования критерия максимального правдоподобия в целях оценки профессионального риска, обусловленного обрушениями горных пород при подземной добыче угля / М.Л. Рудаков, К.А. Кольвах // Безопасность жизнедеятельности, 2019. - № 8. – С. 10-13.

Соискателем проведено обоснование ключевого статистического показателя, значения которого поступают от многофункциональных систем безопасности, применяемых на угольных шахтах (МФСБ).

2. Кольвах, К.А. Применение теоремы Байеса для оценки величины индивидуального риска, обусловленного обрушениями горных пород, на угольных шахтах // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности, 2020. - № 1. – С. 77-80.

Соискателем представлена математическая модель на основе теоремы Байеса, позволяющая определить величину индивидуального риска на основе обработки статистических данных, а также вероятности обрушения горных пород. Определяется пороговое значение величины индивидуального риска смертельного травматизма.

3. Кольвах, К.А. Оценка величины индивидуального риска и риска группового несчастного случая работников угольных шахт при обрушении

горных пород // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности, 2021. - № 2. – С. 36-40.

Соискателем проведена апробация математической модели на основе критерия максимального правдоподобия с целью определения вероятности обрушения горных пород для конкретной угольной шахты, определена величина индивидуального риска травматизма подземного персонала. В статье рассматриваются мероприятия, направленные на снижение величины индивидуального риска.

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

4. Rudakov, M.L. Occupational safety and health in the sector of coal mining / M.L. Rudakov, O.I. Kazanin, K.A. Kolvakh // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), 2018. - № 6. – PP. 1333-1339. – ISSN Online: 0976-6316.

Рудаков, М.Л. Профессиональная безопасность и здоровье в угольной промышленности / М.Л. Рудаков, О.И. Казанин, К.А. Кольвах // Международный журнал гражданского строительства и технологии, 2018. - № 6. – С. 1333-1339. - ISSN Online: 0976-6316.

Соискателем проведен обзор статистических данных по травматизму подземного персонала угольных шахт в результате воздействия опасных производственных факторов, в том числе и обрушений горных пород.

5. Rudakov, M.L. Assessment of environmental and occupational safety in mining industry during underground coal mining / M.L. Rudakov, Y.V. Derkach, K.A. Kolvakh // Journal of Environmental Management and Tourism, 2020. - № 3. - PP. 579-588. - DOI: 10.14505/11.3(43).10.

Рудаков, М.Л. Оценка экологической и производственной безопасности в горнодобывающей промышленности при подземной добыче угля / М.Л. Рудаков, Я.В. Деркач, К.А. Кольвах // Журнал экологического менеджмента и туризма, 2020. - № 3. – С. 579-588. - DOI: 10.14505/11.3(43).10

Соискателем представлена математическая модель определения вероятности обрушения горных пород на основе данных, поступающих от систем геомеханических наблюдений в рамках МФСБ, применяемых на угольных шахтах. В статье приведена ее апробация для конкретной угольной шахты Кузнецкого угольного бассейна. Также проводится сравнение полученных значений с допустимыми, принимается решение о проведении мероприятий, направленных на снижение риска.

6. Rudakov, M.L. Assessment of the individual risk of fatal injury to coal mine workers during collapses / M.L. Rudakov, E.N. Rabota, K.A. Kolvakh // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2020. - № 4. – PP. 88-93. – DOI: 10.33271/2020-4/088

Рудаков, М.Л. Оценка индивидуального риска смертельного травмирования работников угольных шахт при обрушениях горных пород / М.Л. Рудаков, Э.Н. Работа, К.А. Кольвах // Научный вестник Национального Горного университета, 2020. - № 4. С. 88-93. - DOI: 10.33271/2020-4/088

Соискателем проведен анализ данных по индивидуальному риску легкого, тяжелого и смертельного травматизма подземного персонала угольных шахт Кузбасса, определена его структура и динамика, представлены математические модели для определения вероятности обрушения горных пород и величины индивидуального риска с учетом информации, поступающей от систем геомеханических наблюдений в рамках МФСБ, применяемых на угольных шахтах, приводится апробация модели для конкретной угольной шахты, определены предельные значения вероятности обрушения горных пород, при превышении которых риски легкого, тяжелого и смертельного травматизма превышают допустимые значения.

Публикации в прочих изданиях:

7. Рудаков, М.Л. Использование критерия максимального правдоподобия для оценки профессионального риска, обусловленного обрушениями горных пород на угольных шахтах / М.Л. Рудаков,

К.А. Кольвах // Высокие технологии и инновации в науке 2019: сборник работ Международной научной конференции, (г. Санкт-Петербург, 2019 г.). – г. Санкт-Петербург, 2019. С. 63-66.

Соискателем представлена математическая модель определения вероятности обрушения горных пород с ее апробацией для конкретной угольной шахты Кузнецкого угольного бассейна. Рассмотрены основные типы МФСБ, применяемые на угольных шахтах.

8. Рудаков, М.Л. Оценка профессионального риска, обусловленного обрушениями горных пород на угольных шахтах России / М.Л. Рудаков, К.А. Кольвах // Наука и образования: сохраняя прошлое создаем будущее: сборник работ Международной научно-практической конференции, (г. Пенза, 2019 г.). – г. Пенза, 2019. С. 47-50.

Соискателем рассмотрены основные методики определения величины индивидуального риска, применяемые в горной промышленности. Проведено сравнение эффективности данных методов. Предложено использование разработанного метода на основе критерия максимального правдоподобия.

9. Рудаков, М.Л. О совершенствовании процедуры оценки профессиональных рисков, обусловленных обрушениями горных пород на угольных шахтах / М.Л. Рудаков, К.А. Кольвах // Высокие технологии и инновации в науке 2018: сборник работ Международной научной конференции, (г. Санкт-Петербург, 2018 г.). – г. Санкт-Петербург, 2018. С. 41-45.

Соискателем рассмотрены обрушения горных пород на угольных шахтах как травмирующий фактор, воздействующий на подземный персонал. Приведены статистические данные за период 2011-2020 года, установлена динамика риска.

10. Кольвах, К.А. Применение риск-ориентированного подхода для повышения уровня охраны труда на угольных шахтах // World science: problems and innovations: сборник работ Международной научно-практической конференции, (г. Пенза, 2018 г.). – г. Пенза, 2018. С. 74-76.

Соискателем проведен обзор методов оценки рисков на угольных шахтах, а также основные применяемые типы систем геомеханических наблюдений в рамках МФСБ. Представлена разработанная математическая модель определения вероятности обрушения горных пород.

11. Кольвах, К.А. Оценка индивидуального риска смертельного травмирования работников угольных шахт на основе теоремы Байеса // Science.Research.Practice.: сборник работ Международной научно-практической конференции, (г. Пенза, 2018 г.). – г. Пенза, 2018. С. 83-85.

Соискателем представлена разработанная модель определения величины индивидуального риска легкого, тяжелого и смертельного травматизма, на основе информации, поступающей от МФСБ, применяемой на угольной шахте.

Патент:

12. Программа для ЭВМ № 2020665859; заявл. 10.11.2020; опубл. 01.01.2020, Бюл. № 12. - 2 с. Программа для оценки индивидуального риска смертельного травмирования работников угольных шахт в результате обрушения горных пород / М.Л. Рудаков, К.А. Кольвах; заявитель и правообладатель Санкт-Петербургский горный университет.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

- Международная научная конференция «Высокие технологии и инновации в науке» (г. Санкт-Петербург, 2018 г.);
- Международная научная конференция «Высокие технологии и инновации в науке» (г. Санкт-Петербург, 2019 г.);
- Международная научно-практическая конференция «World science: problems and innovations» (г. Пенза, 2018 г.);
- Научная конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы (Санкт-Петербург, 2019);
- Международная научно-практическая конференция «Science. Research. Practice» (г. Санкт-Петербург, 2020 г.);

- XIX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.).

В диссертации Кольваха Константина Андреевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: профессора кафедры «Автоматики и компьютерных технологий» ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», д.т.н., доцента А.Г. Бабенко; профессора кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», д.т.н., профессора В.Р. Алабьева; руководителя проектов АО «СУЭК», к.т.н. Л.Ю. Самарова; главного технолога отдела открытых работ ООО «СПб-Гипрошахт», д.т.н. С.П. Решетняка; генерального директора ООО «Геотехнология-взрывозащита», д.т.н. А.В. Джигрина; профессора кафедры промышленной безопасности и охраны окружающей среды ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», д.т.н., доцента А.Т. Волохиной; доцента кафедры геотехнологий и строительства подземных сооружений ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», д.т.н., доцента Г.В. Стась.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач. В отзывах на автореферат диссертации содержатся следующие замечания:

- автореферат не позволяет сделать вывод об общности первого защищаемого положения, без чего оно носит важный, но констатационный характер (д.т.н. А.Г. Бабенко);

- автореферат не позволяет оценить обоснованность второго защищаемого положения, так как не содержит сравнения критерия максимального правдоподобия с другими и не несет информации о массиве

обрабатываемых данных и о правдоподобии полученных результатов (д.т.н. А.Г. Бабенко);

- в выражении (6) неудачно использованы переменные «А» и «В», которые чуть выше по тексту имеют иной смысл (д.т.н. А.Г. Бабенко);

- автореферат не позволяет оценить правильность данных в таблице 4: вероятность обрушения в таблице имеет размерность %, а в формулах выше по тексту – отн. доли (д.т.н. А.Г. Бабенко);

- устойчивость горного массива зависит от разнообразных комбинаций многих факторов: типа вмещающих пород и их крепости; трещиноватости горного массива; наличия геологических нарушений; интенсивности проявления горного давления, особенно в зонах сопряжений выработок; способа управления горным давлением и вида применяемой крепи и т.д. Поэтому следовало бы расшифровать показатель N , характеризующий устойчивость горного массива, на котором базируется научное положение №2. В противном случае результаты работы трудно перевести в практическую плоскость – в каких выработках (или при каких условиях) величина индивидуального риска легкого, тяжелого и смертельного травматизма наиболее велика (д.т.н. В.Р. Алабьев);

- в автореферате имеются ссылки на рисунки, которые отсутствуют в автореферате (например, рис. 7 на стр. 12), что не позволяет получить полную картину рассматриваемой проблемы (д.т.н. В.Р. Алабьев);

- анализ структуры и динамики риска проведен только для Кузбасса, без учета данных для угольной промышленности страны в целом. (к.т.н. Л.Ю. Самаров);

- в автореферате не представлены организационно-технические мероприятия, направленные на снижение вероятности обрушения горных пород (к.т.н. Л.Ю. Самаров);

- в автореферате отмечается, что для контроля геомеханического состояния горного массива используется несколько типов МФСБ: САКСМ, «Микон-ГЕО», Granch и др. Но при этом не приведены хотя бы их основные

технические характеристики, при этом идет ссылка на некий показатель N , характеризующий устойчивость горного массива, но не приводится алгоритм его определения (д.т.н. А.В. Джигрин);

- при определении предельного значения вероятности обрушения, при превышении которой возникает риск легкого, тяжелого либо смертельного травматизма подземного персонала, в качестве значения индивидуального риска R_i автор использует величину $2,5 \cdot 10^{-4}$. Требуется пояснение, в каком нормативном документе это значение установлено как приемлемый риск (д.т.н. А.Т. Волохина).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в области охраны труда на горных предприятиях и наличием у них публикаций в сфере исследования, а также широкой известностью ведущей организации своими достижениями по теме исследования и способностью определить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея управления риском травматизма горнорабочих при обрушении пород в лавах на основе сопоставления предельной величины критерия, определяющего потенциальный риск обрушения пород в рассматриваемых горнотехнических условиях, и текущего значения этого критерия, вычисленного в соответствии с данными, поступающими от МФСБ;

- **предложен** нетрадиционный подход к вычислению риска травматизма при обрушении горных пород, основанный на сочетанном определении риска обрушения пород и риска травматизма горнорабочих при возникновении факта обрушения;

- **доказана** зависимость величин риска легкого, тяжелого и смертельного травматизма от значения вероятности обрушения горных пород;

- **введены** новые подходы к управлению риском травматизма при обрушении

горных пород на основе непрерывного вычисления по данным геомеханического мониторинга критерия, характеризующего устойчивость горных пород, и сравнения его с предельной величиной этого критерия, определенного в зависимости от физико-механических свойств пород и технологии ведения горных работ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказан** рост риска легкого, тяжелого и смертельного травматизма от обрушения горных пород в лавах при превышении риска обрушения горных пород установленного предельного значения;
- применительно к проблематике диссертации результативно **использованы** методы исследований, включающие обработку статистических данных о травматизме персонала угольных шахт вследствие обрушений горных пород, а также математический анализ, базирующийся на основных принципах теории вероятностей, элементов математической статистики и теории распознавания образов;
- **изложены** рекомендации по проведению мероприятий, направленных на снижение величин рисков легкого, тяжелого и смертельного травматизма, обусловленного обрушениями горных пород;
- **раскрыты** особенности использования критерия максимального правдоподобия применительно к оценке вероятности обрушения горных пород на угольных шахтах;
- **установлена** связь рисков легкого, тяжелого и смертельного травматизма и вероятности обрушения горных пород для угольных шахт Кузбасса;
- **проведена** модернизация алгоритма оценки и принятия решения о возникновении риска легкого, тяжелого и смертельного травматизма в рамках МФСБ за счет определения допустимых значений вероятности обрушения горных пород.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **разработаны** и внедрены предложения по обработке данных, поступающих

от МФСБ, в целях обеспечения безопасности подземного персонала угольных шахт при обрушении горных пород;

- **определены** предельные значения вероятности обрушения горных пород, при превышении которых МФСБ, применяемая на угольной шахте, должна сигнализировать о возникновении опасной ситуации;
- **создана** программа для ЭВМ, позволяющая произвести оценку индивидуального риска смертельного травматизма работников угольных шахт в результате обрушения горных пород;
- **представлены** рекомендации по снижению риска травматизма подземного персонала, решение о проведении которых принимается на основе сопоставления полученных значений вероятности обрушения горных пород с установленными предельными значениями.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **результаты** получены на современном технологическом поверенном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования;
- **теория** построена на известных данных о травматизме подземного персонала угольных шахт Кузбасса; методология определения вероятности обрушения горных пород на основе данных, поступающих от МФСБ, базируется на действующем государственном стандарте и согласуется с ранее опубликованными в открытой печати экспериментальными исследованиями по данной теме;
- **идея** базируется на основе анализа и обобщения мирового опыта и состояния исследований в области обеспечения безопасности подземного персонала угольных шахт при обрушении горных пород;
- **использовано** сравнение разработанного автором алгоритма действий, направленных на снижение риска травматизма подземного персонала с ранее опубликованными в открытой печати исследованиями по данной теме;
- **установлено**, что результаты, полученные соискателем, не противоречат результатам исследований других авторов, отраженных в научно-технических трудах, опубликованных в открытой печати;

- **использованы** современные методы обработки полученных экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в подготовке статей по теме исследований к публикации; формулировке цели, идеи и задачи исследований; проведении анализа отечественных и зарубежных литературных источников; разработке математической модели по оценке вероятности обрушения горных пород и определению допустимых значений вероятности обрушения для риска легкого, тяжелого и смертельного травматизма; получении экспериментальных данных, а также проведении апробации математической модели для различных состояний горного массива.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Кольвах К.А. ответил на задаваемые в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 28.09.2021 года диссертационный совет принял решение присудить Кольваху Константину Андреевичу ученую степень кандидата технических наук за решение важной научно-практической задачи – повышения безопасности труда при ведении подземных горных работ на угольных шахтах на основе оценки и управления риском травматизма подземного персонала при обрушении горных пород.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 3 доктора наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
Ученый секретарь
диссертационного совета

28.09.2021 г.



Зубов Владимир Павлович

Ковальский Евгений Ростиславович