

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.7  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 27.09.2024 №23

О присуждении Дуке Никите Евгеньевичу, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование параметров средств индивидуальной защиты работников угольных шахт от воздействия производственного шума» по специальности 2.10.3. Безопасность труда принята к защите 19.07.2024 г., протокол №17, диссертационным советом ГУ.7 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета от 06.02.2023 № 155 адм.

Соискатель, Дука Никита Евгеньевич, 24.12.1996 года рождения, в 2020 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 01.10.2020 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры безопасности производств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре безопасности производств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Рудаков Марат Леонидович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», проректор по специальным программам.

Официальные оппоненты:

**Глебова Елена Витальевна** – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа

(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», кафедра промышленной безопасности и охраны окружающей среды, заведующий кафедрой;

**Климова Ирина Викторовна** – кандидат технических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», высшая школа техносферной безопасности, доцент; 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, старшим преподавателем той же кафедры, секретарем заседания, и утвержденном Яковлевым Алексеем Николаевичем, ректором, указала, что раскрыты и изучены диапазоны частот непостоянного шума, создаваемого современным горным оборудованием, в которых превышаются предельно-допустимые уровни шума на рабочих местах проходчика, горнорабочего очистного забоя, машиниста горно-выемочных машин, горнорабочего подземного, машиниста подземных установок в угольных шахтах. Доказана эффективность использования разработанных противозумных наушников для снижения воздействия производственного шума на орган слуха работников, что позволит повысить уровень безопасности труда. Результаты исследований могут быть рекомендованы к использованию при проектировании средств индивидуальной защиты органа слуха и могут использоваться при проведении научно-исследовательских и производственных работ в области безопасности труда по шумовому фактору.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2 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 2 статьях – в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен 1 патент на полезную модель.

Общий объем – 3,75 печатных листов, в том числе 2,6 печатных листов – соискателя.

*Публикации 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:*

1. Рудаков, М.Л. Экспериментальное изучение звукопоглощающих свойств материалов в целях конструирования средств индивидуальной защиты органа слуха горнорабочих / М.Л. Рудаков, **Н.Е. Дука**, Н.Н. Курьеров, Д.А. Куклин // XXI Век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – № 3(63). – С. 120-126 (№145 Перечня ВАК ред. 17.07.2023).

*Соискателем отмечены основные научные труды, посвященные изучению акустических свойств различных материалов, которые возможно применять в конструировании средств индивидуальной защиты органа слуха. Проведено экспериментальное измерение свойств звукопоглощения и определения коэффициента звукопоглощения в средних и высоких частотных диапазонах акустического пенополиуретана SPG 2540, акустической мембраны Звукоизол ВЭМ 2 и вспененного пенополиуретана Бипласт 10К. Были определены перспективные материалы для создания многослойной структуры с высокой эффективностью шумоподавления.*

2. Рудаков, М.Л. Анализ шума, как вредного производственного фактора при добыче угля подземным способом / М.Л. Рудаков, **Н.Е. Дука**, А.П. Каргополова, А.Н. Никулин // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2020. – № 4. – С. 70-78 (№ 457 Перечня ВАК ред. 25.12.2020).

*Соискателем проведен анализ условий труда по шумовому фактору на рабочих местах при подземной добыче угля, а также профессиональных заболеваний органов слуха у работников на примере угольных шахт АО «СУЭК-Кузбасс». Выделены основные профессии, подверженные заболеваниям органа слуха на данных предприятиях, а также обозначен стаж работы, при достижении которого риск потери слуха увеличивается. Проведен аналитический обзор основных направлений отечественных и зарубежных исследований в области защиты от шума при ведении подземных горных работ. По результатам проведенного обзора было установлено, что на сегодняшний день не разработаны системы автоматического мониторинга шума при добыче угля, которая ведется подземным способом.*

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

3. Рудаков, М.Л. Изучение свойств звукопоглощающих материалов при конструировании средств индивидуальной защиты органа слуха // М.Л.Рудаков, **Н.Е. Дука** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – №3. – С. 165-180.

*Соискателем проведен литературный обзор существующих научных*

*трудов, посвященных изучению акустических свойств различных материалов. Проведены акустические расчеты распространения шума от горного оборудования. В соответствии с полученными данными были определены значения коэффициентов звукопоглощения пористых материалов. Полученные акустические характеристики сравнены с нормативными требованиями для установления класса шумозащиты. Определен наиболее подходящий по эффективности материал. Предложено сочетание акустических материалов, которое позволит поглощать производственный шум во всем частотном диапазоне.*

4. Рудаков, М.Л. Моделирование акустического воздействия горного оборудования на персонал при добыче угля подземным способом / М.Л. Рудаков, **Н.Е. Дука** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – №11. – С. 165-179.

*Соискателем выполнен аналитический обзор основных научных работ, посвященных оценке воздействия производственного шума на горнорабочих. Представлены результаты математического расчета и оценки шума в зоне влияния горного оборудования в подземной горной выработке. Определены зависимости изменения уровней звукового давления, создаваемого оборудованием на расстоянии до 40 м от источника. Выявлено, что превышения установленных нормативов звукового давления сохраняются на расстоянии до 20 м от источников шума, что может являться причиной развития профессионального заболевания — нейросенсорной тугоухости.*

*Публикации в прочих изданиях:*

5. Рудаков, М.Л. Исследование звукопоглощающих свойств материалов с целью разработки сиз органа слуха горнорабочих // М.Л. Рудаков, **Н.Е. Дука** // Инновационные перспективы Донбасса. Материалы 9-й Международной научно-практической конференции. – 2023. – С. 66-72.

*Соискателем выполнено изучение акустических свойств различных материалов, которые возможно применять в конструировании СИ ЗОС. Проведено экспериментальное измерение свойств звукопоглощения и определения коэффициента звукопоглощения в частотных диапазонах акустического пенополиуретана SPG 2540, акустической мембраны Звукоизол ВЭМ 2 и вспененного пенополиуретана Бипласт 10К. Обоснован выбор материалов для дальнейшего использования в конструкции СИЗ ОС.*

*Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:*

6. Патент на полезную модель № 226029 U1 Российская Федерация, МПК А61F 11/06. Противошумные наушники: № 2024105661. заявл. 05.03.2024; опубл. 17.05.2024. Бюл. №14 / М.Л. Рудаков, **Н.Е. Дука**; заявитель

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» (RU). – 7.

*Соискателем проведен патентный поиск аналогов и прототипов защитных наушников. Проведено математическое моделирование и экспериментальное измерение акустической эффективности противошумных наушников. Разработана конструкция СИЗ ОС, обеспечивающая необходимую защиту органа слуха от сверхнормативного производственного шума горного оборудования.*

Апробация диссертационной работы проведена на научных конференциях международного и всероссийского уровня:

1. XXX Международный научный симпозиум «Неделя горняка-2022», февраль 2022 года, г. Москва;
2. VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Безопасность в строительстве», ноябрь 2022 года, г. Санкт-Петербург;
3. XIX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективны – 2023», апрель 2023 года, г. Красноярск;
4. IX Международная научно-практическая конференция «Инновационные перспективы Донбасса», май 2023 года, г. Донецк.

В диссертации Дуки Никиты Евгеньевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **С.В. Борщевского**, д.т.н., профессора, проректора ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»; **А.М. Боровковой**, к.т.н., доцента, доцента кафедры Инженерной экологии и охраны труда ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»; **В.А. Галкина**, д.т.н., профессора, председателя правления ООО «НИИОГР»; **Д.А. Куклина**, д.т.н., доцента, профессора кафедры «Экология и производственная безопасность» ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им Д.Ф. Устинова»; **С.В. Ефремова**, к.т.н., доцента, доцента Высшей школы техносферной безопасности ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; **А.Н. Никулина**, к.т.н., доцента, декана строительного факультета, заведующего кафедрой техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»; **А.Л. Каверы**, к.т.н., доцента, заведующего кафедрой «Охрана труда и

аэрология им И.М. Пугача» ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»; **Н.П. Шабельской**, д.т.н., доцента, заведующего кафедрой «Экология и промышленная безопасность» и **В.А. Лепиховой**, к.т.н., доцента той же кафедры ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова».

Во всех отзывах дана положительная оценка диссертационной работы, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость проведенных исследований. Вместе с тем, в отзывах содержатся следующие вопросы и замечания:

1. Разработанная полезная модель позволяет обеспечить защиту органа слуха работника во всем слышимом диапазоне частот, однако представлены коэффициенты звукопоглощения для частот от 250 Гц до 8000 Гц (**д.т.н. С.В. Борщевский**);

2. Автором не рассмотрена проблема возможного загрязнения противошумных наушников и влияние данного фактора на их акустическую эффективность (**д.т.н. С.В. Борщевский**);

3. Превышения ПДУ шума зафиксированы на частотах от 125 Гц до 8000 Гц, то есть на низких, средних и высоких частотах. В тоже время подбор материалов по коэффициенту звукопоглощению производится для средних и высоких частотных диапазонов (от 250 Гц до 8000 Гц) (**к.т.н. А.М. Боровкова**);

4. В тексте автореферата на странице 17 соискатель указывает, что измерения акустической эффективности разработанных противошумных наушников производились индивидуальными шумомерами Svantek 102, однако не приведены аргументы использования именно данной модели шумомера, преимущества и основные характеристики (**д.т.н. Д.А. Куклин**);

5. В таблице 2 не указаны коэффициенты звукопоглощения для частот 31,5 и 63 Гц (**д.т.н. Д.А. Куклин**);

6. Из автореферата неясно каковы значения коэффициента звукопоглощения сконструированного средства защиты на частотах низкого диапазона, целесообразно этот момент пояснить (**к.т.н. С.В. Ефремов**);

7. Таблица 1 и таблица 2 не единообразны. Указываются показатели уровней шумового воздействия на частоте 63 Гц в таблице 1, коэффициент звукопоглощения в таблице 2 не указан для данной частоты (**к.т.н. С.В. Ефремов**);

8. Проведение экспериментальных измерений с акустическим пенополиуретаном SPG 2540 и расчета коэффициента звукопоглощения, автором использовалась труба Кундта, которая предназначена для измерения скорости звука в газах или твердом цилиндре. Необходимо пояснить, каким

образом были выполнены измерения скорости движения звука в данном материале и как выполнен расчет коэффициента звукопоглощения на основе этих данных? (к.т.н. А.Н. Никулин);

9. Требуется пояснение процесса распространения акустических волн в расчетной области, созданной при использовании программного продукта COMSOL Multiphysics, визуализация которой представлена на рисунке 3 (к.т.н. А.Н. Никулин);

10. Данные, представленные в таблице 1 не согласуются с результатами, представленными на рисунке 2. Так, например, в таблице 2 на частоте 2000 Гц при разных уровнях звукового давления (84,7 и 89,3 дБ) их отклонение от предельно допустимого уровня практически одинаково (16,2 и 16,3 дБ), а для частоты 8000 Гц наоборот – при почти одинаковых уровнях звукового давления (76 и 76,3 дБ) их отклонение от предельно допустимого уровня существенно отличается (12,7 и 7,3 дБ) (к.т.н. А.Л. Кавера);

11. На стр. 15 автореферата речь идет о защите от шума в средних и высоких частотных диапазонах. Высокими принято считать частоты от 5 кГц, поэтому не ясно почему на рисунке 4 результаты расчетов ограничены отметкой 4000 Гц? (к.т.н. А.Л. Кавера);

12. Из автореферата не ясно для какой толщины слоя звукопоглощающих материалов представлены результаты расчета коэффициента звукопоглощения на рисунке 4 (к.т.н. А.Л. Кавера);

13. Следовало привести обоснование толщины слоя выбранных материалов (к.т.н. А.Л. Кавера);

14. В автореферате следовало привести величину предполагаемой экономической эффективности внедрения разработанных средств индивидуальной защиты (к.т.н. А.Л. Кавера);

15. Автором не отмечено в тексте автореферата, начиная с какой частоты, повышенный уровень шума начинает провоцировать развитие нейросенсорной тугоухости (д.т.н. Н.П. Шабельская, к.т.н. В.А. Лепихова);

16. Из текста автореферата непонятно, почему моделирование распространения уровней звукового давления проводилось в коробе, а не в условиях близкими к горным выработкам (д.т.н. Н.П. Шабельская, к.т.н. В.А. Лепихова).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** новая научная идея по обоснованию адресного подхода к определению параметров средств индивидуальной защиты органа слуха (СИЗ ОС) с учетом частотных характеристик шума основного горного оборудования угольных шахт;

**предложен** нетрадиционный подход к определению влияния источников производственного шума в горных выработках угольных шахт на горнорабочих с учетом частотного анализа шума;

**доказана** эффективность применения двухслойных конструкций вкладыша и акустическая эффективность разработанного средства индивидуальной защиты органа слуха.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения, определяющие основные факторы, формирующие шумовую нагрузку на рабочих местах проходчика, горнорабочего очистного забоя, машиниста-горно-выемочных машин, учет которых необходим при конструировании СИЗ ОС;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы комплекс базовых методов исследования, включающий натурные измерения уровней звукового давления с использованием персональных шумомеров-дозиметров класса SV 104; лабораторные измерения коэффициента звукопоглощения с использованием поверенного измерительного оборудования: трубы Кундта (тип 4002) двух размеров; генератора звука; многофункционального регистратора «Экофизика»; измерителя параметров микроклимата «Метеоскоп-М»; измерение акустической эффективности сконструированных СИЗ ОС с применением сертифицированного оборудования; аналитические методы расчета коэффициента звукопоглощения с использованием программного комплекса COMSOL Multiphysics и специализированного комплекса LMS Virtual.Lab;

**изложены** положения по конструированию и рациональному применению СИЗ ОС для условий подземной добычи угля;

**раскрыты** проблемы недостаточной акустической эффективности существующих СИЗ ОС, которые не обеспечивают необходимый уровень защиты органа слуха горнорабочих в угольных шахтах, характеризующихся непостоянным уровнем шума;

**изучены** частотные характеристики непостоянного шума, создаваемого основными видами современного горного оборудования на рабочих местах подземного персонала угольных шахт; коэффициенты звукопоглощения при использовании одно- и двухслойных конструкций вкладыша СИЗ ОС;

**проведена модернизация** существующего подхода к подбору материалов и конструированию СИЗ ОС.



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

**разработаны и внедрены** противошумные наушники для горнорабочих в условиях подземной добычи угля (подтверждено патентом на полезную модель «Противошумные наушники» № 226029 U1 от 17.05.2024 г.); результаты и рекомендации диссертационного исследования приняты к использованию при проектировании мероприятий по повышению безопасности работ и в проектной деятельности в ФГБНУ «НИИ медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (акт о внедрении от 29.02.2024 г.);

**определены** перспективы использования частотного анализа источников непостоянного шума в подземных горных выработках для конструирования СИЗ ОС; экспериментально определена акустическая эффективность сконструированных СИЗ ОС для горнорабочих;

**создан** прототип СИЗ ОС с необходимой акустической эффективностью, который защищен патентом на полезную модель;

**представлены** рекомендации по конструированию и рациональному применению СИЗ ОС для условий подземной добычи угля;

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном, поверенном оборудовании: персональными шумомерами класса SV 104, многофункциональным регистратором «Экофизика»; результаты численного моделирования получены с помощью лицензированного программного обеспечения COMSOL Multiphysics и LMS Virtual.Lab;

**теория** построена на проверяемых данных и фактах, базируется на известных теориях в области акустики и волновых процессов в физических средах с учетом свойств звуковых волн и согласуется с опубликованными в открытом доступе результатами исследований по теме диссертации, выполненными другими авторами;

**идея базируется** на обширных экспериментальных исследованиях и анализе мирового опыта по изучению производственного шума и методах борьбы с ним в условиях угольных шахт;

**установлено,** что результаты, полученные соискателем при проведении лабораторных и натурных исследований, не противоречат общепринятым теоретическим представлениям о протекании акустических процессов в горных выработках угольных шахт, нашедшим отражение в независимых литературных источниках;

**использованы** современные экспериментальные методы анализа шумового воздействия, оценки эффективности прототипа СИЗ ОС с использованием

поверенных шумомеров, обработка экспериментальных данных в лицензированном специализированном программном обеспечении.

**Личный вклад соискателя состоит** в включенном участии соискателя в постановке цели и формулировке задач диссертационного исследования; анализе зарубежной и отечественной научной литературы по теме исследования; разработке методики и непосредственном проведении экспериментальных исследований в условиях действующих шахт, аналитических расчётах и математическом моделировании звукопоглощения; обобщении и сопоставлении результатов теоретических и экспериментальных исследований; подготовке основных публикаций по выполненной работе и личном участии соискателя в апробации результатов исследований; формулировании защищаемых научных положений и заключения; изготовлении полезной модели и оценке ее акустической эффективности.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Дука Никита Евгеньевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 27 сентября 2024 года диссертационный совет принял решение присудить **Дуке Никите Евгеньевичу** ученую степень кандидата технических наук за решение актуальной научной задачи повышения безопасности труда работников угольных шахт по шумовому фактору, что имеет важное значение для угольной отрасли России.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за –15, против –нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета

27.09.2024 г.



Протосеня  
Анатолий Григорьевич

Афанасьев  
Павел Игоревич