

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.201.02**  
**СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО**  
**УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**  
**ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**  
**КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № 6  
решение диссертационного совета от 22.02.2024, протокол № 18

О присуждении Верхоланцеву Александру Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Разработка метода прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения» по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» принята к защите 15.12.2023, протокол № 16, диссертационным советом 24.1.201.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН), 614013, г. Пермь, ул. Ленина, д. 13а, утвержденным приказом Минобрнауки России № 144/нк от 15 февраля 2022 г.

**Соискатель** Верхоланцев Александр Викторович 1985 года рождения, в 2008 г. окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный университет», где освоил программу магистратуры по направлению (специальности) «Геология», специализации «Геофизические методы исследования земной коры. Присуждена степень магистра геологии. В период с 2008 по 2011 год обучался в очной аспирантуре ГИ УрО РАН, на сегодняшний момент, являющимся филиалом ПФИЦ УрО РАН, по специальности 1.6.9 – Геофизика (25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых). В настоящее время работает в лаборатории природной и техногенной сейсмичности Горного института Уральского отделения Российской академии наук – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра («ГИ УрО РАН») на должности исполняющего обязанности научного сотрудника.

Диссертация выполнена в лаборатории природной и техногенной сейсмичности «ГИ УрО РАН».

**Научный руководитель** – ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (г. Обнинск), кандидат физико-математических наук Дягилев Руслан Андреевич.

**Официальные оппоненты:**

1. Викторов Сергей Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (г. Москва);

2. Куликов Владимир Иванович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики геосфер Российской академии наук имени академика М.А. Садовского (г. Москва).

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»** (г. Апатиты). Ведущая организация дала положительный отзыв, подписанный председателем горной секции **ГоИ КНЦ РАН** (Горный институт – обособленное подразделение **Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»**), д.т.н. **Наговицыным Олегом Владимировичем** и главным научным сотрудником, руководителем лаборатории технологических процессов при добыче полезных ископаемых, д.т.н. **Козыревым Сергеем Александровичем**, и утверждённый **Генеральным директором ФИЦ КНЦ РАН, академиком РАН Кривовичевым Сергеем Владимировичем**.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, широкой известностью публикаций и достижений в области исследований сейсмического воздействия взрывных работ.

**Соискатель имеет 51 опубликованную работу**, в том числе по теме диссертации опубликовано 22 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

Основные публикации:

1. Verkholtantsev, A.V. Features of assessing seismic effects of blasting operations / A.V. Verkholtantsev, D.Y. Shulakov, R.A. Dyagilev // Gornyi Zhurnal. – 2019. – № 5. – pp. 29-36 DOI: 10.17580/gzh.2019.05.05

2. Мониторинг сейсмического воздействия взрывов на карьере "Шахтау" / А. В. Верхоланцев, Р. А. Дягилев, Д. Ю. Шулаков, А. В. Шкурко // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2019. – № 2. – С. 59-69. – DOI 10.15372/FTPRPI20190207.

3. Верхоланцев, А. В. Оценка сейсмического влияния буровзрывных работ на здания и сооружения / А. В. Верхоланцев, Д. Ю. Шулаков // Геофизика. – 2014. – № 4. – С. 40-45.

4. Цифровой сейсмический регистратор "Ермак-5". Опыт разработки и внедрения / П. Г. Бутырин, Ф. Г. Верхоланцев, А. В. Верхоланцев, Д. Ю. Шулаков // Сейсмические приборы. – 2018. – Т. 54. – № 2. – С. 5-23. – DOI 10.21455/si2018.2-1.

Публикации в журналах ВАК в полной мере отражают основные научные результаты работы. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в тексте диссертации отсутствуют.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:** от оппонентов и ведущей организации.

1. Положительный отзыв официального оппонента **Викторова С.Д.** В отзыве отмечается актуальность темы диссертации, новизна исследований и полученных результатов, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, достоверность научных положений и выводов, теоретическая и практическая значимость полученных результатов диссертационной работы. Оппонент приводит в своем отзыве следующие замечания по диссертации и автореферату:

- Необходимо более подробно обосновать возможность применения для конкретных условий ведения взрывных работ расчетных формул 1-3.

- Желательно привести статистические оценки полученных результатов обработки данных экспериментов.

- Выполнить более подробную оценку надежности результатов прогнозирования сейсмического воздействия на поверхностные здания и сооружения.

2. Положительный отзыв официального оппонента **Куликова В.И.** В отзыве приведена подробная, по главам, характеристика работы, отмечены актуальность

диссертации, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, подчеркнута научная и практическая значимость, обсуждено содержание диссертации, ее апробация, соответствие содержания диссертации автореферату. Оппонент отмечает следующие замечания:

- Говоря о практической значимости работы, нельзя не сделать замечание, что предложенный метод прогнозирования сейсмического действия промышленных взрывов – это еще не Методика расчета и не Руководство для инженеров-взрывников, которые утверждает Ростехнадзор. Желая Верхоланцеву А.В. потратить время и дополнительные усилия для продвижения результатов выполненной работы в практику БВР.

- Считаю нужным поправить автора в утверждении, что зависимость параметров взрывной волны от приведенного эпицентрального расстояния установлена М.А. Садовским в результате экспериментальных исследований (эмпирический факт). Этот очень глубокий по значимости вывод был получен М.А. Садовским в результате анализа энергетического и геометрического подобия при взрыве.

- Также можно отметить, что на всех рисунках от 2.2 до 4.6, автор не привел размерности приведенного эпицентрального расстояния по оси абсцисс.

**3. Положительный отзыв ведущей организации.** В отзыве отмечается актуальность темы диссертации, научная новизна исследований и полученных результатов, практическая значимость полученных результатов, анализируется структура и содержание диссертации, ее завершенность, обоснованность и достоверность научных положений и выводов, соответствие содержания автореферата основным научным положениям. В отзыве указывается, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований разработаны научно обоснованные положения и практические способы реализации метода прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения, что является решением важной и актуальной научно-технической проблемы.

Ведущая организация отмечает следующие замечания и вопросы:

- Для прогноза величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения  $V_{np}$  предложена комплексная модель вида

$$V_{np} = aR_{np}^{-b} \prod_i k_i,$$

в которой необходимо определение параметров описывающей влияние основных (эмпирический коэффициент сейсмичности  $a$ , показатель затухания волн  $b$ , приведенное расстояние  $R_{np}$ ) и ряда дополнительных факторов  $k_i$ . Применение данной формулы на практике не представляется возможным из-за различия условий взрывания, горно-геологических и грунтовых условий. Поэтому следовало бы на примере для конкретных условий взрывания и расположения охраняемых объектов привести значения коэффициентов и оценить уровень сейсмического воздействия и сопоставить с известными методами. Наиболее предпочтительным является приведение ее в инженерную методику для конкретных объектов.

**На автореферат поступило 13 отзывов:**

1. Положительный отзыв от **Антоновской Г.Н.**, д.т.н, заместителя директора по научной работе, заведующей лабораторией сейсмологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова Уральского отделения Российской академии наук, г. Архангельск (1 замечание);

2. Положительный отзыв от **Нестеренко М.Ю.**, д.г.-м.н., заведующего отделом геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра (ОФИЦ) УрО РАН, г. Оренбург (1 замечание);

3. Положительный отзыв от **Воскресенского М.Н.**, к.т.н., заведующего лабораторией сейсмометрии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург (1 замечание);

4. Положительный отзыв от **Гриб Н.Н.**, д.т.н., проф., заместителя по научной работе Технического института (филиала) Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, г. Нерюнгри (2 замечание);

5. Положительный отзыв от **Господарикова А.П.**, д.т.н., проф., заведующего кафедрой высшей математики, **Холодилова А.Н.**, к.ф.-м.н., доц., доцента кафедры взрывного дела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург (без замечаний);

6. Положительный отзыв от **Рассказова И.Ю.**, д.т.н., чл.-корр. РАН, директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук, **Галимьянова А.А.**, к.т.н., ведущего научного сотрудника Института горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск (2 замечания);

7. Положительный отзыв от **Бахтигареева Т.Т.**, главного инженера рудника АО «Томинский ГОК», Челябинская область (без замечаний);

8. Положительный отзыв от **Хусаинова И.В.**, главного горняка АО «Сырьевая компания», г. Стерлитамак (без замечаний);

9. Положительный отзыв от **Филиппова В.Н.**, к.т.н., старшего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск (1 замечание).

10. Положительный отзыв от **Аронова А.Г.**, д.ф.-м.н., главного научного сотрудника Государственного учреждения «Центр геофизического мониторинга Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь (без замечаний);

11. Положительный отзыв от **Стешнева А.А.**, начальника Службы прогноза и предупреждения горных ударов Кировского филиала АО «Апатит», г. Кировск (1 замечание).

12. Положительный отзыв от **Цедилина А.В.**, начальника МГС шахты ООО «КНАУФ ГИПС НОВОМОСКОВСК», г. Новомосковск (без замечаний);

13. Положительный отзыв от **Вознесенского А.С.**, д.т.н., профессора кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва (1 замечание).

Все отзывы положительные в них отмечена актуальность работы, ее научная значимость и практическая важность. Отмечается, что автором диссертационной работы использована методология, включающая комплексный подход для решения поставленных задач и заключающаяся в анализе влияния факторов, определяющий сейсмический эффект, и использовании выявленных закономерностей для прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывов на здания и сооружения и оптимизации параметров буровзрывных работ.

Имеющиеся в отзывах замечания связаны с оформлением автореферата работы, рекомендациями уточнить ряд формулировок, недостаточной подробностью

описания некоторых деталей проведенных исследований в автореферате, недостаточным рассмотрением вопроса усиления колебаний в верхних частях конструкций за счет резонансных эффектов. Многие замечания выражены в форме пожеланий и рекомендаций.

В отзывах на автореферат отмечено, что диссертация является законченным исследованием и представляет научный интерес, прошла достаточную апробацию, содержит новые результаты, достоверность которых обоснована, тема работы является актуальной, результаты имеют высокую научную ценность и большое прикладное значение.

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

– разработан метод прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения, основанный на комплексной модели, учитывающей влияние параметров источника, среды распространения волн, пункта приема волн и обеспечивающий достоверный прогноз величины сейсмического эффекта;

– введен комплексный способ учета влияния грунтов на сейсмический эффект взрывов, включающий анализ их спектральных (резонансных) характеристик и количественную оценку приращения величины сейсмического воздействия с использованием опорной станции, и позволяющий выполнить корректную интерпретацию неравномерности пространственного распределения сейсмического эффекта взрывов за счет различия грунтовых условий;

– доказано, что использование опорной сейсмической станции при инструментальных измерениях сейсмического эффекта взрывов позволяет повысить достоверность прогноза уровня воздействия за счет более надежного определения параметров затухания и возможности прямой оценки усиления колебаний грунтами.

**Теоретическая значимость исследования** обусловлена тем, что доказаны положения, вносящие вклад в развитие методов и подходов исследований при оценке и учете влияния наиболее значимых факторов (параметры источника, среды распространения волн, пункта приема волн) на сейсмический эффект в основании охраняемых объектов при проведении буровзрывных работ.

**Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):**

- использованы экспериментальные методики исследования реакции грунтов на сейсмическое воздействие для получения их частотных характеристик и учета в теоретических расчетах;

- изложены и обоснованы условия для определения параметров комплексной модели, описывающей влияние источника взрыва и среды распространения сейсмических волн;

- по данным инструментальных измерений раскрыто, что традиционный нормативный способ учета влияния грунтов в виде одиночного интегрального коэффициента значительно уступает спектральным подходам по точности расчета сейсмически безопасного расстояния;

- проведена модернизация комплексной модели, описывающей влияние параметров источника, среды распространения волн, пункта приема волн (грунтовые условия, рельеф местности) и обеспечивающей достоверный прогноз величины сейсмического эффекта.

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

– разработан и апробирован комплекс инструментальных измерений (регистрация взрывов, изучение грунтовых условий), методов обработки полученных данных и

интерпретации результатов для прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения

- определены ограничения области использования факторов, связанных с параметрами буровзрывных работ для управления уровнем сейсмического воздействия;
- создана комплексная модель, описывающая влияние основных (эмпирический коэффициент сейсмичности, показатель затухания волн, приведенное расстояние) и ряда дополнительных факторов;
- представлены возможности использования, предложенного в диссертационной работе метода, для решения задачи прогнозирования амплитуды сейсмической волны и связанной с ней задачи управления сейсмическим эффектом.

**Достоверность результатов подтверждается тем, что:**

- для экспериментальных работ результаты получены на основе анализа большого объема эмпирических данных, полученных поверенными средствами измерений;
- идея базируется на детальном анализе влияния на сейсмический эффект взрывов геологических и горнотехнических факторов, а также в использовании выявленных закономерностей для прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывов на здания и сооружения и оптимизации параметров буровзрывных работ;
- использованы проверенные и научно обоснованные методы анализа и обработки данных для выявления эмпирических закономерностей и особенностей распространения сейсмических волн;
- установлено соответствие прогнозных и фактически измеренных значений сейсмического эффекта взрывов при тестовых испытаниях параметризованных моделей;
- использованы современное цифровое оборудование для регистрации сейсмических колебаний, современные методики обработки и интерпретации полевых данных.

**Личный вклад соискателя состоит** в непосредственном участии в получении исходных данных и проведении научных экспериментов, разработке экспериментальных подходов, обработке и интерпретации данных, в апробации метода прогнозирования и способов изучения грунтов.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, основной идейной линии, концептуальности и взаимосвязи выводов.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.: в ней содержится решение задачи прогноза величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные зданий и сооружения на основе комплекса инструментальных измерений (регистрация взрывов, изучение грунтовых условий), методов обработки полученных данных и интерпретации результатов. Совокупность результатов диссертационной работы можно квалифицировать как решение актуальной научно-технической задачи по обеспечению сейсмической безопасности взрывных работ на охраняемые инженерные сооружения.

На заседании 22 февраля 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Верхоланцеву А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, дополнительно введено на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 14, против – 0, не проголосовало – 0.

**Председатель**

диссертационного совета 24.1.201.02

д.т.н., профессор, академик РАН

Барях Александр Абрамович



/ Барях А.А.

**Ученый секретарь**

диссертационного совета 24.1.201.02

к.т.н.

Лобанов Сергей Юрьевич



/ Лобанов С.Ю.

25 февраля 2024 г.

