

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПФИЦ УрО РАН,

Иванов И.Н., чл.-корр. РАН



О.А. Плехов

15 марта 2023 г.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Пермский федеральный исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук

Диссертация «Разработка метода прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения» выполнена в лаборатории природной и техногенной сейсмичности Горного института Уральского отделения Российской академии наук – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр («ГИ УрО РАН»).

Соискатель Верхоланцев Александр Викторович с 2002 года по настоящее время работает в «ГИ УрО РАН». В 2008-2011 гг. соискатель 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»).

Научный руководитель – старший научный сотрудник лаборатории природной и техногенной сейсмичности «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» - филиала ФБГУН ПФИЦ УрО РАН, кандидат физико-математических наук Дягилев Руслан Андреевич.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

### **I. Оценка выполненной соискателем работы**

Диссертация соискателя посвящена проблеме обеспечения безопасности сейсмических воздействий взрывных работ, проводимых на горнодобывающих предприятиях, на охраняемые здания и сооружения. Соискателем справедливо отмечается, что прогнозирование величины сейсмического воздействия взрывов с необходимой точностью является сложной и актуальной задачей, предлагаемые в нормативных документах способы оценки сейсмически безопасного расстояния лишь частично учитывают все многообразие условий ведения БВР. Основная идея

диссертационной работы состояла в том, чтобы на основе инструментальных измерений проанализировать влияния на сейсмический эффект взрывов геологических и горнотехнических факторов, в том числе ранее не учитываемых, а также в использовании выявленных закономерностей для прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывов на здания и сооружения и оптимизации параметров БВР.

В своей диссертационной работе соискатель обосновывает и разрабатывает комплекс инструментальных измерений, методы обработки полученных данных и интерпретации результатов для прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения.

## **II. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации**

При непосредственном участии соискателя проведена постановка задач; организованы и выполнены эксперименты по изучению факторов, влияющих на интенсивность сейсмического воздействия; выполнен анализ и обработка полученных данных; выполнена апробация метода проведения измерений и обработки результатов с использованием опорной сейсмической станции; выполнены сравнительный анализ устоявшихся способов изучения грунтовых условий и апробация комплекса инструментальных измерений, направленных на выявление фактора грунтов; сформулированы научные положения и выводы.

## **III. Степень достоверности полученных результатов**

Достоверность результатов работы соискателя подтверждается соответствием прогнозных и фактически измеренных значений сейсмического эффекта взрывов. Надежность представленных моделей и экспериментальных методик подтверждается значительным объемом экспериментальных данных, полученных с использованием современных программно-аппаратных средств.

Предложенный метод прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ, основанный на выявлении спектрально значимого влияния основных факторов, определяющих интенсивность сейсмического воздействия, прошел апробацию в рамках НИР по разработке рекомендаций для оптимизации параметров БВР с целью снижения сейсмического эффекта взрывов на карьере «Шах-тау» АО «Сырьевая компания». Использование разработанного метода позволило уменьшить ошибку прогноза величины сейсмического эффекта по сравнению с традиционным подходом: в среднем ошибка уменьшилась в 3 раза, а в отдельных случаях в 10 раз и более.



#### **IV. Новизна и практическая значимость исследования**

Для прогнозирования сейсмического эффекта взрывов автором впервые использованы частотнозависимые оценки влияния грунтовых условий для прогнозирования сейсмического эффекта взрывов. Разработан способ компенсации случайных факторов, связанных с условиями взрывания, посредством использования опорной сейсмической станции, позволяющий повысить достоверность прогноза уровня воздействия за счет более надежного определения параметров затухания и возможности прямой оценки усиления колебаний грунтами. Предложенные инструментальные измерения (регистрация взрывов, изучение грунтовых условий), методы обработки полученных данных и интерпретации результатов, позволяют выявить, оценить и учесть влияние наиболее значимых факторов, определяющих сейсмический эффект.

Полученные в диссертационной работе результаты востребованы в практике ведения БВР в условиях близкого расположения населенных пунктов и производственных зданий и сооружений. Они активно применяются для изучения сейсмического воздействия взрывов на различных горнодобывающих предприятиях РФ. Предложенный метод прогнозирования внедрен и реализуется в виде периодических наблюдений в гипсовой шахте ООО «Кнауф Гипс Новомосковск» и в виде постоянных мониторинговых наблюдений на карьере «Шахтау» в Республике Башкортостан и карьере «Томинского ГОКа» Челябинской области.

#### **V. Ценность научных работ соискателя**

В результате проведенных исследований предложена комплексная модель прогноза сейсмического воздействия взрывов с учетом влияния параметров: источника волн (масса и тип ВВ, интервал замедления и др.), среды распространения волн (расстояние, скорость затухания), пункта приема волн (грунтовые условия, рельеф местности). Разработан подход с использованием интегральной оценки отдельной группы трудноучитываемых факторов со значительной случайной составляющей через точное измерение и фиксирование других параметров взрыва. Способ компенсации случайных факторов с использованием опорной сейсмической станции позволяет повысить надежность прогноза уровня воздействия за счет более надежного определения параметров затухания и возможности прямой оценки усиления колебаний грунтами.

В ходе диссертационного исследования разработан метод прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения, включающий в себя порядок проведения инструментальных измерений (регистрация взрывов, изучение грунтовых условий), последующей обработки данных и интерпретации результатов обработки. Выполненная апробация метода прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на

поверхностные здания и сооружения показала его эффективность при решении поставленных задач.

#### **VI. Специальность, которой соответствует диссертация**

Диссертационная работа соответствует п.10 паспорта специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»:

- п.10. Воздействие взрывов на массив горных пород, горные выработки, подземные и наземные сооружения, на окружающую среду.

#### **VII. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем**

По теме диссертации опубликовано 22 печатных работы, в том числе 4 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки.

Наиболее значимые из работ, опубликованных по представленной теме:

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

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

5. Complex technique of assessment of seismic effects of blasting / A. V. Verkholtantsev, D. Y. Shulakov, Ph. G. Verkholtantsev, P. G. Butyrin // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018 : Conference proceedings, Albena, Bulgaria, 02–08 июля 2018 года. – Albena, Bulgaria: Общество с ограниченной ответственностью СТЕФ92 Технолоджи, 2018. – P. 715-722. – DOI 10.5593/sgem2018/1.1/S05.090.



## VII. Апробация диссертационной работы

Основные результаты работ докладывались на Уральской молодежной научной школе по геофизике с 2011 по 2017 гг.; на Международной сейсмологической школе «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» с 2015 по 2018 гг.; на VII Международной научно-практической конференции «ГЕОФИЗИКА-2009» в г. Санкт-Петербург; на конференции «Проблемы и тенденции рационального и безопасного освоения георесурсов» в г. Апатиты, 2010 г.; на I Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с элементами молодежной научной школы «Геология в развивающемся мире» в г. Пермь, 2010 г.; на Международном научном симпозиуме «Неделя горняка-2018» в г. Москва; сессиях "ГИ УрО РАН" (2009-2019 гг.).

В диссертационной работе отсутствуют заимствованные материалы без ссылки на автора и (или) источник заимствования, результаты научных работ, выполненных Верхоланцевым А.В. в соавторстве, без ссылок на соавторов.

Диссертация Верхоланцева Александра Викторовича «Разработка метода прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

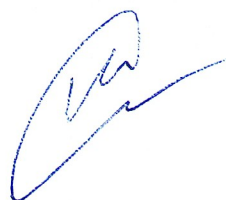
Заключение принято на заседании Ученого совета «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук. Присутствовало на заседании 17 из 19 человек. Результаты голосования: «за» — 17 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел., протокол № 3 от 14 марта 2023 г.

Председатель Ученого совета  
«ГИ УрО РАН»,  
академик РАН, д.т.н., профессор



А.А. Барях

Ученый секретарь Ученого совета  
«ГИ УрО РАН»,  
д.т.н.



М.А. Семин