

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.06
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27.09.2021 г. № 23

О присуждении **Ревину Илье Евгеньевичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация ««Геомеханическое обоснование процессов деформации техногенно нарушенного горного массива на примере Хибинских апатит-нефелиновых месторождений» по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика принята к защите 26.07.2021 г., протокол заседания № 16, диссертационным советом ГУ 212.224.06 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России; 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2; приказ № 1232 адм от 23.09.2019 г. с изм. от 22.12.2020 г.

Соискатель, **Ревин Илья Евгеньевич**, 14.01.1994 года рождения, в 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». В период подготовки диссертации с 2017 г. по настоящее время соискатель Ревин Илья Евгеньевич является аспирантом очной формы обучения научного центра геомеханики и проблем горного производства в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Справка о сданных кандидатских экзаменах 11/19 выдана 26 января 2021 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». Диплом об окончании аспирантуры получен 23.07.2021

Диссертация выполнена в Научном центре геомеханики и проблем горного производства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Господариков Александр Петрович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-

Петербургский горный университет», кафедра высшей математики, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Сидоров Дмитрий Владимирович – доктор технических наук, ООО «Полигор», заместитель генерального директора по научной работе;

Трофимов Андрей Викторович – кандидат технических наук, ООО «Институт Гипроникель», лаборатория геотехники, заведующий; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном **Белиным Владимиром Арнольдовичем**, доктором технических наук, профессором кафедры ФизГео и **Куткиным Ярославом Олеговичем**, секретарем заседания, кандидатом технических наук, профессором кафедры ФизГео утвержденном **Филоновым Михаилом Рудольфовичем**, доктором технических наук, профессором, проректором по науке и инновациям, указала, что теоретическая и практическая значимость работы заключается в установлении закономерностей кластеризации пространственно-временных измерений на основе данных сейсмического мониторинга, создании композитной математической модели, состоящей из комбинации различных алгоритмов машинного обучения и реализованную в виде алгоритма. Разработанный алгоритм позволяет моделировать распределения сейсмических событий в массиве горных пород с течением времени и прогнозировать проявление опасных геодинамических явлений.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 2 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы - 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). Получено 1 свидетельство о регистрации ЭВМ.

Общий объем – 2,32 печатных листа, в том числе 1,16 печатных листа – соискателя.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Господариков, А.П. О методе обработки данных сейсмического и деформационного мониторинга при ведении подземных горных работ на примере Кикусвумчоррского месторождения АО «Апатит» /А.П. Господариков, К.В. Морозов, **И.Е. Ревин** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 8. – С. 157–16.

Личный вклад заявителя состоит в рассмотрении на основе источников литературы различных методов обработки данных мониторинга и возможности применения методов машинного обучения для сейсмического мониторинга.

2. **Ревин, И.Е.** Композитная модель анализа данных сейсмического мониторинга при ведении горных работ на примере Кикусвумчоррского месторождения АО "Апатит" / И.Е. Ревин, А.П. Господариков, К.В. Морозов // Записки Горного института. – 2021. – Т.251. – DOI: 10.31897/PMI.2021.6.62.

Личный вклад заявителя заключается в определении внешних факторов, оказывающих влияние на проявления опасных геодинамических событий, и их степени влияния на изменение процессов деформации; для повышения точности прогнозирования соискателем предложена композитная модель машинного обучения для данных с гетерогенной структурой.

Патенты:

3. Свидетельство о регистрации государственной программы для ЭВМ №2021616652. Программа «SeDef» для обработки данных сейсмического мониторинга и поиска кластеров-очагов сейсмических событий с использованием методов иерархической кластеризации: заявл. 16.04.2021; опубл. 23.04.2021 / **Ревин И.Е.**, Господариков А.П., заявитель Санкт-Петербургский горный университет. – 6 с.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований освещались на международных научных конференциях и других научных мероприятиях, в том числе:

- Всероссийская молодежная конференция по математическому моделированию и информационным технологиям SMIT (27.04.19-30.04.19).
- Международная летняя школа на базе China university of Mining and Technology (14.06.19-30.06.19).
- XII международный Российско-Германский сырьевой форум на базе Санкт-Петербургского горного университета (27.11.19-30.11.19).

В диссертации Ревина И.Е. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: старшего научного сотрудника НЦКР Университета ИТМО, к.ф.м.н. **А.А. Хватова**; заведующего горной лабораторией ООО «Институт Гипроникель», к.т.н. **В.Б. Вильчинского**; директора по науке АО «ВНИМИ» **С.Н. Мулева**

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако, имеется ряд замечаний:

1. Содержание работы не позволяет в полной мере сделать вывод о связи между процессами деформации и предложенной методикой обработки данных сейсмического мониторинга (к.ф.м.н. **А.А. Хватов**).

2. В работе присутствуют неточности в формулировках, имеются орфографические и пунктуационные ошибки (к.ф.м.н. **А.А. Хватов**).

3. Используемые литературные источники в значительной мере относятся к работам, связанным с обработкой цифровых сигналов и методам машинного обучения, а не к тематике горных ударов и геомониторинга (к.ф.м.н. **А.А. Хватов**).

4. В работе не рассматриваются данные деформационного мониторинга (к.т.н. **В.Б. Вильчинский**).

5. В работе в недостаточной мере исследуется влияние различных техногенных факторов на процесс формирования опасных геодинамических явлений (к.т.н. **В.Б. Вильчинский**).

6. По каким признакам проводится кластеризация сейсмосигнала и как при этом учитывается деформационный процесс в зоне кластеризации (**С.Н. Мулев**).

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 экспериментальная методика анализа данных сейсмического мониторинга с помощью методов математического моделирования;

предложена архитектура композитной модели машинного обучения для прогноза геодинамических явлений;

разработано программное обеспечение на базе принятой архитектуры композитной модели машинного обучения и проведена его апробация применительно данных сейсмического мониторинга рудников КФ АО «Апатит»;

разработан алгоритм прогноза опасных геодинамических явлений в массиве горных пород, базирующийся на результатах моделирования разработанной композитной модели анализа данных сейсмического мониторинга;

доказано, что композитная модель машинного обучения обосновывает закономерности изменения наблюдаемых величин сейсмического мониторинга и проявления опасных геодинамических явлений рассматриваемой части массива горных пород;

доказано, что прогноз опасных геодинамических явлений при ведении работ в техногенно нарушенном массиве, должен базироваться на результатах математического моделирования разработанной композитной модели.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

использованы современные методы численного анализа и статистики, методы математического и имитационного моделирования динамических систем;

изложена идея необходимости учета взаимосвязи результатов кластеризации сейсмических событий в массиве горных пород с данными станций деформационного мониторинга;

выявлена взаимосвязь между минимальным значением тренда сейсмической активности и вероятностью наступления опасного геодинамического явления;

обосновано применение модели Singular Spectrum Analysis (SSA) для анализа и прогнозирования временных рядов сейсмического мониторинга;

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

разработаны методические рекомендации для прогноза опасных геодинамических явлений на основе данных сейсмического мониторинга в массиве горных пород;

сформулированы предложения для дальнейших исследований в области построения математических моделей с учетом обратной связи датчиков сейсмического мониторинга;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты исследований получены с применением статистических методов обработки данных, методов факторного анализа и программирования на языке Python для анализа данных сейсмического мониторинга;

теория построена на известных положениях механики сплошных сред и проверяемых данных;

идея базируется на результатах анализа и обобщении опыта по применению моделей анализа данных сейсмического мониторинга для прогноза опасных геодинамических явлений в массиве горных пород;

использованы результаты отечественного и зарубежного опыта применения методов математического моделирования динамических систем;

установлена взаимосвязь изменения минимального значения тренда сейсмической активности и вероятности наступления опасного геодинамического явления;

использованы современные методики сбора и обработки экспериментальных данных, полученные в реальных промышленных условиях.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационного исследования; анализе зарубежной и отечественной научной литературы по теме исследования; проведении математического и имитационного моделирования; обобщении и обработке экспериментальных данных; формулировке основных научных положений и выводов, а также разработке вычислительного комплекса прогноза опасных геодинамических явлений в массиве горных пород, подготовке публикаций.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Ревин И.Е. ответил на задаваемые ему вопросы и привел собственную аргументацию. На заседании 27 сентября 2021 года диссертационный совет принял решение присудить **Ревину Илье Евгеньевичу** ученую степень кандидата технических наук за выполнение важной научно-практической задачи прогноза опасных геодинамических явлений на Кировском руднике КФ АО «Апатит».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Протосеня Анатолий Григорьевич

Иванов Владимир Викторович

27.09.2021 г.