



НОРНИКЕЛЬ

ИНСТИТУТ
ГИПРОНИКЕЛЬ

ОТЗЫВ

Официального оппонента к.т.н., Трофимова Андрея Викторовича на диссертацию Ревина Ильи Евгеньевича на тему «Геомеханическое обоснование процессов деформации техногенно нарушенного горного массива на примере Хибинских апатит-нефелиновых месторождений», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика(технические науки) .

1. Актуальность темы диссертации.

Существующий уровень развития теории и практики прогноза редких событий, основанной на теории катастроф, и, в частности, ее применения для массива горных пород создает предпосылки для разработки и создания новой модели прогнозирования процессов деформации техногенно нарушенного горного массива, на примере Хибинских апатит-нефелиновых месторождений. Следует отметить, что горный удар — это чрезвычайно сложное динамическое явление и для их прогнозирования и предотвращения в последнее время были применены различные методы, однако из-за сложности и неопределенности горного удара, механизм его формирования до сих пор четко не изучен. Несмотря на то, что было разработано большое количество методов для прогнозирования или оценки горного удара, основанных на свойствах горных пород, энергии, глубине выработки, за последние несколько десятилетий не было достигнуто большого прогресса и не было получено общепринятого метода прогнозирования горного удара. Поэтому возникает необходимость в разработке специальных методов обработки информации данных сейсмического мониторинга и создания системы интеллектуального анализа данных мониторинга на основе специфических методов математического моделирования. Указанные обстоятельства актуализируют постановку цели диссертации — создание методики обработки данных сейсмического мониторинга и прогноза опасных геодинамических явлений с помощью современных методов машинного обучения. Основные положения и результаты исследования были представлены и получили положительную оценку на научных конференциях, в научных отчетах по НИР.

Тема диссертации и ее содержание соответствуют паспорту специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, п. 4, 6, 9.

2. Научная новизна и результаты работы.

Основные элементы научной новизны диссертационной работы заключаются в следующем:

- сформирована и проанализирована, с помощью методов математической статистики, выборка сейсмических событий. В результате получен эмпирический закон распределения, параметры распределения и статистические характеристики распределения сейсмических события в массиве горных пород, которые использовались при дальнейшем выборе и валидации моделей машинного обучения (2 глава, с. 24-30).

- предложена и адаптирована к решаемой задаче модель анализа временного ряда сейсмического мониторинга, базирующаяся на идее матричного разложения траекторной матрицы исходного ряда. Предлагаемая модель позволила получить интерпретируемые, с точки зрения геомеханического мониторинга, компоненты временного ряда сейсмического мониторинга, что позволило проанализировать исторические данные и осуществить прогноз сейсмического состояние массива горных пород. (2 глава, с. 44-54).

- разработан и реализован в виде программного кода алгоритм, основанный на принципах многокритериальной оптимизации ансамбля моделей машинного обучения, целью которого является анализ и прогноз опасных геодинамических явлений (3 глава, с. 71-75).

- выявлена связь, с помощью разработанной композитной модели для анализа данных сейсмического мониторинга за 2020 год, между опасными проявлениями горного давления и изменением сейсмической активности. Сформирован набор событий-предвестников фактических горных ударов. И для каждого из горных ударов определены свои события предвестники (4 глава, с.81-89).

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Логика построения диссертационной работы и используемый математический аппарат соответствуют современному уровню развития теории моделирования и прогноза геомеханического состояния массива горных пород, с учетом удароопасных условий. Все вышеизложенное свидетельствует о высоком научном и методическом уровнях диссертационного исследования. Автореферат диссертации и публикации отражают основное содержание исследования.

4. Практическая ценность работы

Практическая значимость диссертации включает: методическое и программное обеспечение «SeDef» (рег. № 2021616652) для обработки данных сейсмического мониторинга и поиска кластеров-очагов сейсмических событий с использованием методов иерархической кластеризации, для использования в системе геодинамической безопасности на рудниках КФ «Апатит» и других удароопасных рудниках России. Разработанный алгоритм позволяет моделировать распределения сейсмических событий в массиве горных пород с течением времени и прогнозировать проявление опасных геодинамических явлений. Результаты диссертационной работы могут представлять интерес для ряда производственных и научно-технических предприятий, занимающихся разработкой и/или внедрением новых модификаций геомеханического мониторинга.

5. Оценка содержания работы

Диссертация состоит из оглавления, введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, библиографического списка, включающего 95 наименований и изложена на 108 страницах машинописного текста и содержит 41 рисунок и 13 таблиц.

Все разделы, содержащиеся в диссертации логично связаны и изложены понятным технически грамотным научным языком. Основные положения, вынесенные на защиту полно отражены в 2 научных публикациях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России. Получено свидетельство о государственной регистрации на программу для ЭВМ.

6. Замечания по диссертационной работе.

1. Для повышения практической значимости работы следовало выполнить сопоставление интенсивности добычных, проходческих работ и (или) буровзрывных работ с уровнем сейсмической активности;
2. Для повышения практической значимости работы следовало по локализации эпицентров сейсмособытий выделить тип источника (разлом, целик, передовая выработка, процессы сдвижения) и провести анализ отдельно по группам источников с целью оценки вклада каждого в общую сейсмическую картину;
3. На Рисунке 2 автореферата и рисунках 2.4.3, 2.4.5, 2.4.7, 2.4.9 диссертации следовало бы перевести на русский язык комментарии к иллюстрациям;
4. На рисунке 3 автореферата не подписаны оси на графике;
5. В главе 2 приводится результат (таблица 2.1.2) в котором указано, что наиболее аномальными с точки зрения количества уникальных сейсмособытий являются месяцы с февраля по апрель. Существует ли объяснение у автора интерпретация данного явления? Причиной являются специфика горных работ в эти месяцы или это влияние изменения гравитационного поля?
6. В работе приводятся результаты обработки большого объема информации сейсмомониторинга в Джоулях, однако недостаточно расписана методика регистрации сейсмических событий и неясно по какому алгоритму осуществляется переход от параметров осциллограмм сейсмического сигнала (скорости смещения, ускорения, длительность фазы и частоты) в энергию сейсмособытия;
7. В работе выполнена оценка плотности распределения сейсмических событий в пространстве деформационного мониторинга, однако отсутствует описание методики деформационного мониторинга, как средства регионального прогноза геодинамических явлений;
8. Известно, что на качество данных сейсмического мониторинга влияет расстояние от эпицентра события до сейсмопавильона. Возможно, фильтрация сигналов по данному критерию выполнена, но в работе не приведена методика оценки качества данных.

Приведенные замечания не снижают положительной оценки рассматриваемой диссертационной работы, и носят рекомендательный характер.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней».

Диссертация Ревина Ильи Евгеньевича на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой законченное научное исследование, а полученные в конечном итоге результаты представляют собой решение важной научной проблемы, имеющей значение для развития современного геомеханического мониторинга.

Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации. Отмеченные замечания не влияют на ценность полученных диссертантом результатов.

Диссертация Ревина И.Е. «Геомеханическое обоснование процессов деформации техногенно нарушенного горного массива на примере Хибинских апатит-нефелиновых месторождений», представленная на соискание степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755адм.

Ревин Илья Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (технические науки).

Официальный оппонент,
Заведующий Лабораторией геотехники
ООО «Институт Гипроникель»,
кандидат технических наук

Трофимов Андрей Викторович

195220, г. Санкт-Петербург,
Гражданский проспект, д. 11,
телефон: 8(812)335-31-00 доб.40-20
e-mail: TrofimovAV@nornik.ru

Директор Департамента
по исследованию и разработкам
д.т.н., профессор

Цымбулов Леонид Борисович

