

# ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Панжина Андрея Алексеевича

на диссертационную работу Розанова Ивана Юрьевича  
на тему: «Исследование кинематических параметров обрушений массивов прочных скальных пород (на примере Ковдорского месторождения апатитовых и магнетитовых руд)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

## 1. Актуальность работы

Разработка глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых открытым способом сопровождается изменением напряженно-деформированного состояния прибортового массива, что приводит как к незначительным деформациям уступов, так и к существенным подвижкам по границам структурных блоков, таких как обширные оползни. Потери устойчивости участков бортов карьеров в виде обрушений приводят не только к тяжелым экономическим последствиям, но и крупным авариям, в том числе с человеческими жертвами.

Для реализации мероприятий по обеспечению устойчивости бортов и уступов карьера необходимо проведение инструментального геомеханического мониторинга, с помощью которого выявляются потенциально неустойчивые участки карьера.

В последние годы для решения этих задач, в частности, как инструмент для заблаговременного предупреждения о развитии процесса потери устойчивости участка борта карьера активно используются системы наземного радарного мониторинга, которые позволяют организовать геомеханический мониторинг в непрерывном режиме.

Исходя из этого, актуальность исследований, направленных на установление критических параметров деформирования массивов прочных скальных пород с целью обеспечения безопасного ведения горных работ не вызывает сомнений.

## 2. Общая характеристика содержания работы

Для оппонирования представлена диссертация Розанова И.Ю., которая состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и 1 приложения, содержит 135 страниц машинописного текста, в т.ч. 67 рисунков и 5 таблиц. Автореферат изложен на 20 страницах.

Во **введении** автором обоснована актуальность темы диссертации, проведена оценка степени разработанности темы, определены объект и предмет

исследования, сформулированы основная идея работы, цель и задачи исследований, определены методы исследования, защищаемые положения, научная новизна и практическая значимость работы, обозначен личный вклад автора.

В **первой** главе автором проведен детальный анализ существующих методов геомеханического мониторинга, на основе которого был сделан вывод о необходимости определения критических значений кинематических параметров обрушения, таких как смещение и из производных – таких как скорости и ускорения.

Для этого автором предложено использовать выявление эмпирических закономерностей, полученных при анализе результатов полевых наблюдений за обрушениями на карьерах Ковдорского месторождения.

Приведены исчерпывающие данные о горно-геологических и горно-технических условиях отработки Ковдорского месторождения.

Во **второй** главе, с целью прогноза состояния прибортового массива проведен анализ кинематических параметров данных о случаях нарушения устойчивости уступов и бортов карьера «Железный», установлены минимальные и максимальные значения скоростей смещения. В результате анализа параметра «скорость смещения» было сформулировано первое научное положение.

В **третьей** главе систематизированы виды нарушений устойчивости прибортового массива, происходящие на карьере «Железный», проведен анализ данных о кинематических параметрах обрушений, который позволил сформулировать второе научное положение. На основе типизации графиков нарастания скоростей смещения массива установлены минимальное и максимальное время реализации трех выявленных групп по характеру развития процесса обрушения.

В **четвертой** главе автором установлены критические скорости смещения массива, при превышении которой неизбежно происходит нарушение массива. Проведена оценка достоверности установленной критической скорости массива с использованием представительного объема данных натурных инструментальных наблюдений за период 2020-2023 гг. Показано, что установленная критическая скорость достоверна для всех трех выявленных на карьере «Железный» кинематических групп. По результатам исследований сформулировано третье научное положение.

В **заключении** сформулированы основные научные и практические результаты диссертационной работы, приведена информация о внедрении результатов исследований для обеспечения безопасного ведения горных работ в карьере «Железный» АО «Ковдорский ГОК».

### **3. Новизна исследований и практическая значимость полученных результатов заключается в том, что автором:**

- Установлена критическая скорость смещений массива в карьере «Железный», при превышении которой неизбежно нарушении устойчивости прибортового массива.

- Получены типичные графики нарастания скоростей смещения массива для трех групп по характеру развития процесса обрушения в карьере «Железный».

- Доказано, что кинематический параметр «скорость смещения» является наиболее подходящим для оценки состояния массива горных пород и прогноза вероятного обрушения.

- Разработаны инструкции по наблюдениям за деформациями бортов и уступов карьеров и по выявлению неустойчивых участков бортов карьеров с помощью наземных радаров.

### **4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность полученных автором результатов подтверждается опытом безопасного ведения горных работ, результатами многолетних инструментальных натурных измерений, проводимых на карьере «Железный», сходимостью результатов прогноза состояния массива по данным наземного радарного сканирования с зафиксированными фактами потери устойчивости участков прибортового массива.

### **5. Значимость выводов и рекомендаций диссертанта для науки и практики**

Практическая значимость заключается в возможности использования разработанной автором методики для обеспечения безопасного ведения открытых горных работ. При этом эффективность исследований и универсальность разработанной методики не вызывают сомнений.

Результаты и выводы диссертационной работы рекомендуется использовать для геомеханического мониторинга на месторождениях, ведущих разработку твердых полезных ископаемых открытым способом.

### **6. Публикации и апробация работы**

По теме диссертации автором опубликованы 15 статей в научных изданиях, 7 из которых рекомендованы ВАК РФ, 6 индексируемых в международных

системах Web Of Science и Scopus. Кроме этого автором разработаны инструкции по наблюдениям за деформациями бортов и уступов карьеров и по выявлению неустойчивых участков бортов карьеров с помощью наземных радаров. Данные материалы полностью отражают научные положения, представленные в диссертации.

Основные положения и результаты исследований в период 2015-2023 гг. представлялись на многочисленных международных, всероссийских, региональных конференциях и симпозиумах, где были одобрены научной общественностью.

## **7. Язык и стиль диссертации**

Материал диссертации и автореферата изложен логически и грамматически правильно, в научном стиле, хорошо иллюстрирован. Язык изложения соответствует литературным нормам. В структуре диссертации прослеживается классическая связь между содержанием глав и формулировками защищаемых научных положений.

## **8. Замечания по содержанию и оформлению диссертации**

1. В диссертации приведен только один метод наземного радиолокационного сканирования. К сожалению, не приведены данные геомеханического мониторинга, проводимого независимыми маркшейдерскими методами (лазерное сканирование, ГНСС, методы фотограмметрии). Такой мониторинг, скорее всего на карьере «Железный» ведется.

2. Не проработан вопрос применения разработанной автором методики для мониторинга сезонного изменения состояния прибортового массива, особенно на верхних уступах, сложенных слабыми полускальными породами.

3. Установленная автором критическая скорость 2 мм/час достоверна для каких масштабных уровней? Не приведет ли локальное осыпание к остановке горных работ на участке по критерию «опасно» или «стоп»?

4. На рисунке 4.8 (стр. 101) не совсем понятно распределение уровней тревоги, на рисунках 4.3-4.7 пороговые значения указаны другие.

Отмеченные замечания не умаляют значение диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне.

## 9. Заключение

Диссертация Розанова Ивана Юрьевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-практической задачи – установление закономерностей развития процесса деформирования и разрушения, а также определение критических значений кинематических параметров обрушений массивов прочных скальных пород, имеющей существенное значение для обеспечения безопасного ведения горных работ при открытом способе добычи полезных ископаемых.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Розанов Иван Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент:  
кандидат технических наук,  
ученый секретарь Федерального  
государственного бюджетного учреждения  
науки Институт горного дела Уральского  
отделения Российской академии наук.

Дата составления отзыва: 10 ноября 2023 г.



Панжин Андрей Алексеевич

Шифр и наименование научной специальности:  
2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Почтовый адрес: 620075, г. Екатеринбург,  
ул. Мамина-Сибиряка, д. 58  
Телефон: +7 (343) 350-44-76  
E-mail: [panzhin@igduran.ru](mailto:panzhin@igduran.ru)

Подпись Панжина А.А. удостоверяю

Начальник отдела кадров



Коптелова С.В.