

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.478.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ХАБАРОВСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.11.2023 г. № 8

О присуждении Розанову Ивану Юрьевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование кинематических параметров обрушений массивов прочных скальных пород (на примере Ковдорского месторождения апатитовых и магнетитовых руд)» по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика принята к защите 14.09.2023 (протокол заседания № 6) диссертационным советом 24.1.478.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, 54, приказ Минобрнауки РФ от 12 октября 2022 г. № 1167/нк.

Соискатель Розанов Иван Юрьевич «09» августа 1990 года рождения.

В 2013 году соискатель окончил Кольский филиал Петрозаводского государственного университета по специальности «Физические процессы горного или нефтегазового производства». В 2016 г. закончил обучение в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горного института Кольского научного центра Российской академии наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика». Работает научным сотрудником в Горном институте - обособленном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Кандидатские экзамены сданы в полном объеме: история и философия науки – «хорошо», иностранный язык (английский) – «хорошо», геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (технические науки) – «хорошо».

Диссертация выполнена в лаборатории № 26.1 «Геомониторинга и устойчивости бортов карьеров» Горного института – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Рыбин Вадим Вячеславович, Горный институт - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Лаборатория № 26.1 «Геомониторинга и устойчивости бортов карьеров», руководитель лаборатории.

Официальные оппоненты:

– Батугин Андриан Сергеевич, доктор технических наук, Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», кафедра безопасности и экологии горного производства, профессор;

– Панжин Андрей Алексеевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, административно-управленческий персонал, ученый секретарь

дали положительные отзывы на диссертацию.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН), г. Пермь, в своём положительном отзыве, утверждённом Плеховым Олегом Анатольевичем – д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН, директором ПФИЦ УрО РАН, подписанном Баряхом Александром Абрамовичем – академиком РАН, д.т.н., профессором, Горного института УрО РАН - обособленного подразделения ПФИЦ УрО РАН, научным руководителем и Токсаровым Валерием Николаевичем – кандидатом технических наук, лаборатории физических процессов освоения георесурсов Горного института УрО РАН - обособленного подразделения ПФИЦ УрО РАН, старшим научным сотрудником, указала, что диссертация Розанова Ивана Юрьевича «Исследование кинематических параметров обрушений массивов прочных скальных пород (на примере Ковдорского месторождения апатитовых и магнетитовых руд)» является законченной научно-квалификационной работой.

Работа соответствует паспорту специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов представленная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор, Розанов Иван Юрьевич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, все по теме диссертации (в том числе 7 в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования РФ).

В опубликованных материалах, общим объемом 9,6 п.л., отражены идея и основные положения диссертационной работы. Авторский вклад соискателя в публикациях, объемом 4,7 п.л., состоял в проведении GNSS и светодальномерных измерений, а также наземной лазерной сканирующей съемки для наблюдений за устойчивостью борта карьера «Железный», анализ и интерпретация данных геодезического и радарного мониторинга, установление закономерностей развития процесса разрушения массивов прочных скальных пород, определение критических кинематических параметров разрушения, обосновании и реализация многоуровневого подхода к комплексности системы мониторинга устойчивости бортов карьеров.

Наиболее значительные работы:

1. Каспарьян Э. В., Кожуховский А. В., Розанов И. Ю. Опыт организации мониторинга устойчивости бортов и уступов карьера // Известия вузов. Горный журнал, № 5. 2015. С. 67-74.

2. Розанов И. Ю., Завьялов А. А. Применение радара IBIS FM для контроля состояния борта карьера рудника «Железный» (АО «Ковдорский ГОК») // Горный информационно-аналитический бюллетень, № 7. 2018. С. 40-46;

3. Fedotova Iuliia, Kasparian Eduard, Rozanov Ivan, Kusnetsov Mikhail, Dostovalov Roman, Strain monitoring of hard rock mine slopes // INTERNATIONAL EUROPEAN ROCK MECHANICS SYMPOSIUM, EUROCK 2018. Saint Petersburg, 22-26 мая 2018 г. Geomechanics and geodynamics of rock masses set of 2 volumes. 2018. P. 1451-1456;

4. Rozanov I., Zavialov A. (2019) Determination of Critical Deformation and Destruction Parameters of the Zhelezny Open Pit Rock Mass (JSC Kovdorsky GOK) Based on IBIS FM Ground Radar Data // Trigger Effects in Geosystems. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham.

5. Розанов И. Ю., Ковалев Д. А. Результаты анализа данных радарной системы мониторинга устойчивости борта карьера «Железный» АО «Ковдорский ГОК» // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2022. № 12-1. С. 122–133.

На диссертацию и автореферат поступило 15 положительных отзывов, содержащих следующие замечания:

В отзыве начальника отдела развития ГГИС Кольский филиал АО «Апатит» (г. Кировск) Корчака Павла Анатольевича, и главного специалиста-геолога по геолого-структурному моделированию отдела развития ГГИС, кандидата геолого-минералогических наук Габова Дмитрия Александрович сделано следующее замечание: «К сожалению ограниченный формат автореферата не позволил нам увидеть сравнение фактических механизмов обрушения и состояния массива по данным геотехнического и структурно-геологического моделирования, с учетом интенсивности трещиноватости (RQD), направления, формы и заполнения трещин в массиве. Также в автореферате совершенно не раскрыта тема выделения групп по типу обрушения, в тексте это подается как факт».

В отзыве доцента кафедры «Механики грунтов и Геотехники» Института гидротехнического и энергетического строительства ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва), кандидата технических наук, доцента Манько Артура Владимировича задан вопрос: «В каких моделях математического моделирования можно использовать полученный кинематический параметр «скорость смещения»?»

В отзыве главного геотехника Пуля Эдуарда Константиновича АК «АЛРОСА» (ПАО) (г. Мирный) в качестве замечания отмечено, что «на графике рисунка 9 граница перехода от второго к третьему этапу развития процесса разрушения является не однозначной, может быть стоило объединить эти этапы? Кроме того, для графиков на рисунках 2 и 3 нет легенды, поэтому неясно, чем отличаются красные и синие кривые».

В отзыве заведующего кафедрой «Строительства горных предприятий и подземных сооружений» Санкт-Петербургского государственного горного университета (г. Санкт-Петербург), доктора технических наук, профессора, Протосени Анатолия Григорьевича замечания отсутствуют.

В отзыве директора по науке ООО «ПТУР» (г. Екатеринбург), доктора технических наук, профессора, Зотеева Олега Вадимовича сделаны следующие замечания: «1. Не очень ясно пояснение к табл. 3 автореферата: что означает выражение «скорость высчитывалась вручную»? Автор не знает алгоритма расчета скорости смещения или утверждает, что расчеты на калькуляторе менее точны, чем на компьютере? 2. В автореферате не указано для какой минимальной площади определены критические скорости смещений (для одного пикселя, для одного кв. метра и т.д.). 3. Также в автореферате не приведено оценок частоты «ложных срабатываний», когда по результатам мониторинга на отдельных участках могут быть остановлены горные работы».

В отзыве профессора кафедры «Физических процессов горного производства и геоконтроля» ФГАОУ ВО НИТУ «МИСИС» (г. Москва), доктора технических наук Вознесенского Александра Сергеевича сделано следующее замечание: «Автор разделил диапазон скоростей смещения на четыре категории, характеризующие разную степень опасности обрушения. Было бы целесообразно связать данные или схожие категории с теми технологическими операциями, которые следует применять в каждом случае».

В отзыве начальника Геомеханической службы Геологического управления АО «Ковдорский ГОК» (г. Ковдор, Мурманской обл.) Завьялова Александра Александровича сделаны следующие замечания: «1. В работе представлен разбор 22 случаев обрушения горной массы в карьере, однако не указаны причины, которые привели к обрушению горной массы. 2. На рисунках 9 и 10 автореферата отображены четыре этапа разрушения. На наш взгляд на графике не хватает пятого этапа (заключительного) - обрушение горной массы. 3. В карьере "Железный" наравне с радарным мониторингом выполняется также и сейсмический мониторинг устойчивости борта карьера. В данном исследовании не отражен вопрос сопоставления данных сейсмических наблюдений на произошедшие обрушения».

В отзыве заместителя директора по научной работе, главного научного сотрудника лаборатории механики деформируемого твердого тела и сыпучих сред ИГД СО РАН (г. Новосибирск) доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника Лаврикова Сергея Владимировича замечания отсутствуют.

В отзыве профессора кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск), доктора технических наук Калмыкова Вячеслава Николаевича сделаны следующие замечания: «1. Непонятно, что обозначают красные и синие линии на рисунках 2 и 3 автореферата. 2. Соискатель говорит об «ускорении скорости смещения» (стр. 10), но не поясняет сущность параметра, однако, на рисунке 4 он приводится, только с размерностью скорости. 3. Отсутствие сводных данных о времени запаздывания обрушений от момента достижения прогнозного уровня скорости смещения (2 мм/час), возможного для обрушения, а также о «ложном прогнозе», когда обрушение не происходило, хотя такой уровень достигался».

В отзыве заведующего лабораторией механики горных пород ИГД СО РАН (г. Новосибирск), кандидата физико-математических наук Красновского Андрея Анатольевича присутствует следующее замечание: «Следовало бы более четко и лаконично сформулировать научные выводы и практические результаты в заключении».

В отзыве директора научно-исследовательского центра «Прикладная геомеханика и конвергентные горные технологии» Горного института НИТУ МИСИС (г. Москва), доктора технических наук, профессора РАН Еременко Виталия Андреевича сделаны следующие замечания: «1. В задачах говорится «актуальные кинематические параметры разрушения». Что значит «актуальные», и бывают ли «не актуальные кинематические параметры разрушения»? 2. В «Цели работы» непонятна определяемая цель новой работы, так как закономерности развития процессов деформирования и разрушения и критические значения кинематических параметров обрушений массивов прочных скальных пород существуют в разных форматах других работах. Или это изучено впервые, или для конкретных условий Ковдорского месторождения апатитовых и магнетитовых руд? 3. Следует пояснить, какой вклад в развитие геомеханики внесла О.Н. Малинникова и некоторые обозначенные в перечисленном списке глубокоуважаемые ученые являются не геомеханиками, а технологами (горными инженерами). 4. Диссертационная работа вызывает научный и практический интерес с точки зрения полученных количественных и качественных результатов исследований. Непонятно,

можно ли их использовать при разработке других месторождений (прочных скальных массивов) открытым способом».

В отзыве генерального директора ООО «Северная геологическая экспедиция» (г. Петрозаводск), доктора технических наук, заслуженного деятеля науки Республики Карелия Аминова Владимира Нигматовича сделано следующее замечание: «Из автореферата не ясно, как результаты данной работы могут быть использованы для оценки контуров и возможных объемов обрушений».

В отзыве главного технолога ООО по проектированию предприятий угольной промышленности «СПб-Гипрошахт» (г. Санкт-Петербург), доктора технических наук Решетняка Сергея Прокофьевича отмечены следующие замечания: «в работе констатируется неизбежность обрушений бортов при наступлении критической ситуации, но нет предложений, как можно и можно ли их избежать. В автореферате не показано, что и какой службе карьера следует делать при установленной угрозе обрушения уступов».

В отзыве профессора кафедры механики материалов, д.т.н., профессора Саммала Андрея Сергеевича и доцента кафедры механики материалов д.т.н. Деева Петра Вячеславовича ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула имеется замечание: «В текст автореферата следовало бы включить анализ имеющихся математических моделей процесса обрушения бортов карьера и результаты сопоставления данных натурных наблюдений с данными моделирования».

В отзыве главного консультанта по геомеханике ООО СИЭМТИ Консалтинг, г. Москва, д.т.н., профессора Макарова Александра Борисовича в качестве замечания отмечено, что «из автореферата неясно, 22 случая обрушений были выбраны диссертантом для проведения исследований или всего за период с 2014 по 2023 гг. задокументировано 22 обрушения, а также не указываются причины, которые привели к конкретному обрушению».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается соответствием профиля научных работ оппонентов и сотрудников ведущей организации направлению научных исследований диссертационной работы, обеспечением выполнения требований пунктов 22 и 24 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.

Официальный оппонент Батугин Андриан Сергеевич – известный ученый в области геодинамического мониторинга напряженного состояния земной коры, профессор кафедры безопасности и экологии горного производства, «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС). Его научные публикации касаются различных вопросов оценки удароопасности массивов горных пород, мониторинга геоэкологической опасности при геодинамическом взаимодействии объектов освоения недр, исследованию техногенных землетрясений в зонах предельно напряженного состояния земной коры. За последние 5 лет им опубликовано 5 научных работ по темам исследований, близким к задачам, решаемым в диссертационной работе Розанова И.Ю.

Официальный оппонент Панжин Андрей Алексеевич является известным специалистом и учёным в области мониторинга напряженно-деформированного состояния массива горных пород при техногенном воздействии горных работ. В его публикациях освещены важные для защищаемой диссертации вопросы исследования процессов сдвижения горных пород в массиве и приводятся результаты мониторинга на различных горнотехнических объектах. За последние 5 лет им опубликовано 7 научных

работ по темам исследований, близким к задачам, решаемым в диссертационной работе Розанова И.Ю.

Выбор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН), г. Пермь, в качестве **ведущей организации** обосновывается наличием в структуре данного учреждения Горного института УрО РАН, в котором присутствуют лаборатории механики горных пород и физических процессов освоения георесурсов, а также учёных, в том числе – докторов наук, профессоров, продуктивно занимающихся научной деятельностью и характеризующихся публикационной активностью в области мониторинга деформационных процессов горных пород.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана классификация обрушений в карьере «Железный» по кинематическому параметру «скорость смещения». При этом зафиксированные случаи обрушений в карьере «Железный» были разделены на 3 группы по характеру развития процесса разрушения: оползни-обрушения, обрушения в скальных сильно трещиноватых массивах и обрушения в скальных мало трещиноватых массивах. Причем каждая выделенная группа характеризуется типичными графиками нарастания скорости смещения массива, а также временем реализации обрушения;

предложено использовать для анализа данных радарной системы мониторинга скорость смещения, как кинематический параметр, являющийся наиболее информативным для оценки состояния массива горных пород и прогноза вероятного обрушения в условиях Ковдорского месторождения, т.к. графики скорости склонны к достаточно плавному нарастанию и падению, а обрушение происходит при ярко выраженном максимальном значении;

доказано, что для условий прочных скальных пород Ковдорского месторождения скорость смещения участка массива равная 2 мм/ч является критической для реализации обрушения вне зависимости от той кинематической группы, к которой относится обрушение.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

доказаны методические положения по прогнозу состояния прибортового массива на основании анализа кинематических параметров данных о случаях нарушения устойчивости уступов и бортов карьера «Железный»;

применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплексный метод исследований, включающий: анализ и обобщение научного и практического опыта по проблеме; современные технологии для проведения геодезического мониторинга; анализ существующих способов определения критических значений кинематических параметров обрушений массивов горных пород; натурные измерения смещений и скорости смещений методом наземного радарного мониторинга;

изложены обоснования использования в исследованиях метода эмпирических закономерностей, полученных при анализе результатов наблюдений за разрушением бортов карьера «Железный»;

раскрыто решение задачи, направленное на выявление наиболее информативного параметра анализа исходной информации о характере поведения массива в период времени перед обрушением;

изучены и всесторонне проанализированы случаи обрушений участков бортов карьера «Железный» на основе результатов проведенных исследований, разработана их классификация;

проведена модернизация представления о значении критической скорости сдвижения участка массива, указанной в нормативных документах, непосредственно для условий Ковдорского месторождения.

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

разработаны и внедрены «Временная инструкция по наблюдению за деформациями бортов и откосов уступов карьера с помощью радара IBIS FM» для условий рудника Железный АО «Ковдорский ГОК»; «Инструкция по выявлению неустойчивых участков борта карьера с помощью наземных радаров для работников диспетчерской службы карьера «Железный» АО «Ковдорский ГОК»;

определено критическое значение параметра «скорости смещения» для условий Ковдорского месторождения, актуальное для массивов прочных скальных пород;

создана система практических решений по наблюдениям за состоянием массива с помощью наземных радаров и анализа полученных данных для своевременного выявления неустойчивых участков борта карьера;

представлен прогноз состояния прибортового массива, основанный на анализе кинематических параметров данных о случаях нарушения устойчивости уступов и бортов карьера «Железный», при этом установлен диапазон значений скоростей смещения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила подтверждение теоретических и методических положений сходимость результатов прогноза состояния массива по данным наземного радарного сканирования с зафиксированными фактами потери устойчивости участков борта карьера, а также опытом безопасного ведения горных работ и результатами многолетних натурных измерений, проводимых в карьере «Железный».

Личный вклад соискателя состоит в:

анализе и обобщении собранных экспериментальных данных радарной системы мониторинга об обрушениях, происходящих в карьере «Железный» АО «Ковдорский ГОК»; выполнении группировки зафиксированных обрушений по кинематическому параметру «скорость смещения» и времени реализации обрушения; выявлении критической скорости смещения участка массива для обрушений в условиях скальных пород Ковдорского месторождения; разработке двух инструкций: «Временная инструкция по наблюдению за деформациями бортов и откосов уступов карьера с помощью радара IBIS FM», «Инструкция по выявлению неустойчивых участков борта карьера с помощью наземных радаров для работников диспетчерской службы карьера «Железный» АО «Ковдорский ГОК».

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

в работе следовало бы сопоставить результаты радарного сканирования с данными, полученными с применением других методов, в частности, сейсмоакустического.

Соискатель Розанов И.Ю. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, показав понимание сути исследуемой проблемы; с отдельными замечаниями соискатель согласился.

На заседании 28 ноября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Розанову И.Ю. ученую степень кандидата технических наук за решение актуальной научной задачи по исследованию кинематических параметров обрушений массивов прочных скальных пород с целью обеспечения безопасного ведения горных работ, имеющей значение для развития горнодобывающей отрасли страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение

горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, участвовавших в заседании, из **18** человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту **0** человек, проголосовали: за – **13**, против – **0**, недействительных бюллетеней – **0**.

Председатель
диссертационного совета

Рассказов Игорь Юрьевич

Учёный секретарь
диссертационного совета

Корнеева Светлана Ивановна

30 ноября 2023 г.
МП

