

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.059.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ДИНАМИКИ
ГЕОСФЕР ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.А. САДОВСКОГО РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 сентября 2023 г. №3/23
о присуждении Морозовой Ксении Георгиевне, гражданке РФ, ученой
степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Сейсмоакустическая эмиссия, сопровождающая различные режимы скольжения по разломам и трещинам» по специальности 1.6.9 – «Геофизика» принята к защите 15 июня 2023, протокол №2/23, диссертационным советом 24.1.059.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики геосфер имени академика М.А. Садовского Российской академии наук (ИДГ РАН), по адресу: 119334, г. Москва, Ленинский проспект, д. 38, корп. 1 (приказ №1352/нк от 24.10.2022).

Соискатель Морозова Ксения Георгиевна, «6» марта 1993 года рождения, в 2015 году окончила специалитет радиофизического факультета Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского по специальности «Радиофизика и электроника», в настоящий момент работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте динамики геосфер имени академика М.А. Садовского Российской академии наук в лаборатории «Деформационных процессов в земной коре», где и была выполнена диссертация. В 2019-2022г.г. К.Г. Морозова проходила обучение в аспирантуре ИДГ РАН.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Остапчук Алексей Андреевич, заведующий лабораторией «Деформационных процессов в земной коре», научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор Кочарян Геворг Грантович, заместитель директора ИДГ РАН по научной работе.

Официальные оппоненты:

- Богомолов Леонид Михайлович, доктор физико-математических наук, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН), г. Южно-Сахалинск;

- Вознесенский Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г. Москва;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН) в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук Пономаревым Александром Вениаминовичем, руководителем научного подразделения «Физика сейсмического процесса и горных пород» главным научным сотрудником Института Физики Земли им. О.Ю.Шмидта (ИФЗ РАН), и кандидатом физико-математических наук Дубиней Никитой Владиславовичем, ведущим научным сотрудником лаборатории фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга ИФЗ РАН, отметила, что работа оставляет весьма положительное впечатление. Тема исследования соответствует паспорту специальности. Диссертация обладает актуальностью, необходимой научной новизной и практической значимостью, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика».

При этом, в отзыве ведущей организации указан ряд недостатков диссертации и автореферата, которые не влияют на заключение. В частности отмечены погрешности в формулировке защищаемых положений, указано, что в работе отсутствует численный расчет коэффициента корреляции между

параметром волновой формы и амплитуды импульсов АЭ, опущен вопрос влияния начального разбиения на кластеры на результат кластеризации и отмечена некоторая небрежность изложения.

Соискатель имеет 16 опубликованных научных работ по теме диссертации, из них 7 работ в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ostapchuk A., Morozova K., Pavlov D. Influence of the Structure of a Gouge-Filled Fault on the Parameters of Acoustic Emission // *Acta Acustica United With Acustica*. – 2019. – Vol. 105. – P.759 – 765.
2. Кочарян Г. Г., Морозова К. Г., Остапчук А. А. Исследование акустической эмиссии слоя геоматериала при сдвиговом деформировании // *ФТПРПИ*. – 2019. – №3. – С. 15 - 22.
3. Ostapchuk A., Morozova K. On the Mechanism of Laboratory Earthquake Nucleation Highlighted by Acoustic Emission // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol. 10. – P. 7245.
4. Ostapchuk A., Morozova K., Markov V., Pavlov D., Popov M. Acoustic Emission Reveals Multiple Slip Modes on a Frictional Fault // *Frontiers in Earth Science*. – 2021. – P.9:657487.
5. Остапчук А. А., Кочарян Г. Г., Морозова К. Г., Павлов Д. В., Гридин Г.А. Особенности формирования динамического сдвига в тонком слое гранулированного материала // *Физика Земли*. – 2021. – № 5. – С. 91–103.
6. Морозова К. Г., Остапчук А. А. Связь состояния сдвиговой трещины в гранулированном материале и акустоэмиссионных и деформационных данных // *Акустический журнал*. – 2022. – Т.68 – № 5. – С. 543–549.
7. Морозова К. Г., Остапчук А. А., Беседина А.Н., Павлов Д. В. Классификация сейсмических событий, сопровождающих взрывной способ разработки массива горных пород // *Сейсмические приборы*. – 2022. – Т. 58. – № 4. – С.97–110.

На диссертацию и автореферат поступило 14 отзывов. Все отзывы

положительные. Во всех отзывах отмечается высокое качество, актуальность и прикладная значимость проведенных исследований.

В отзыве к. ф.-м.н. Ц.А. Тубанова (Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН) в качестве замечания указано, что в автореферате не показано, как можно совместно интерпретировать результаты лабораторного моделирования и натурного наблюдения микросейсмических событий, инициированных взрывами на месторождении.

Д.т.н., чл.-корр. РАН В.Н. Татаринов (Геофизический центр РАН) указывает на отсутствие упоминания в автореферате о влиянии масштабного эффекта при переходе от лабораторного эксперимента к контролю в массиве, физического объяснения причин появления точки перегиба в распределении импульсов по параметру волновой формы WI , недостаточно обоснован переход от образцов к оценке влияния на НДС взрывов.

Доктор г.-м. н. С.Ю. Соколов (Геологический институт РАН) в качестве замечания приводит отсутствие в автореферате общих сведений о подходе к соблюдению критериев подобия при физическом моделировании.

В отзыве д. ф.-м. н., чл. - корр. РАН Г.А. Соболева (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН) отмечается, что в автореферате не описаны методы и алгоритмы расчета параметра волновой формы.

В своем отзыве к.т.н. П.А. Аникин (Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН Институт горного дела) отмечает, что стоило искать аналогию в предвестниках крупных событий, которые регистрируются сейсмоакустическими системами с более высокочастотными датчиками, в тексте автореферата нет пояснений о физических измерениях параметров при проведении лабораторного эксперимента, в четвертой главе недостаточно полно описаны параметры взрыва ВВ.

В отзыве д.т.н. В.А. Зейгарник (Объединенный институт высоких температур РАН) указал, что стоило бы более конкретно сформулировать первое защищаемое положение, а так же представить аргументацию в пользу выбранного исследуемого частотного диапазона.

В отзыве к.ф.-м.н. Б.Г. Лукишова (АО «ВНИПИпромтехнологии») в качестве замечания отмечено, что в автореферате не приведено определение параметра АФ.

Отзывы д.ф.-м.н., чл.-корр. О.А. Плехова (Институт механики сплошных сред УрО РАН) и д.ф.-м.н. В.А. Салтыкова (Единая геофизическая служба РАН, Камчатский филиал) содержат замечания, касаемые метрики использованного метода кластеризации, устойчивости предложенного критерия тревоги и вопрос о возможности объяснения природы разделения всех импульсов АЭ по деформационному механизму их источников.

В отзыве д.ф.-м.н. В.Б. Смирнова (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Физический факультет) в качестве замечания указан выбор использования метода наименьших квадратов для расчета параметра b-value и отметил, что не пояснено в чем отличие предложенного критерия объявления тревоги от уже известного в сейсмологии.

Д.ф.-м.н. А.Д. Завьялов (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН) в качестве замечаний указывает отсутствие выводов по главам, неточность формулировок защищаемого положения, отсутствие оценки прогностической эффективности предложенного критерия тревоги, а так же некоторые замечания редакционного характера.

Д.г.-м.н. В.В. Ружич (Институт земной коры СО РАН) в отзыве указывает, что не стоит опираться только на лабораторные эксперименты и каталоги сигналов от взрывов на месторождении, и в перспективе необходимо привлекать новые сведения о реальных условиях подготовки очагов землетрясений.

Отзывы д.ф.-м.н., профессора РАН Ю.П. Стефанова (Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН) и д.ф.-м.н. А.Ф. Ревуженко и д.ф.-м.н. С.В. Лаврикова (Институт горного дела им.Н.А.Чинакала СО РАН) без замечаний.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что:

- доктор физ.-мат. наук Л.М. Богомолов является известным специалистом в области геофизики, исследований свойств и разрушений геоматериалов и горных массивов, механизмов возникновения и предвестников землетрясений. Он является автором и соавтором более 100 научных статей.
- доктор технических наук А.С. Вознесенский является признанным геомехаником, специалистом в области неразрушающего контроля и прогнозирования прочности горных пород, автором более 100 научных статей.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН) является одной из ведущих научных организаций России, выполняющей фундаментальные исследования и прикладные разработки, в том числе, в области изучения физики очага землетрясения, геомеханики разломов, неразрушающего контроля образцов горных пород.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований были получены результаты, способствующие более глубокому пониманию закономерностей излучения сейсмоакустических импульсов при деформационных процессах в массиве горных пород, был разработан новый метод сейсмоакустического контроля режима скольжения по тектоническим нарушениям на основе разработанной методики выделения в ансамбле излучаемых сейсмических и акустических импульсов подмножеств, которые характеризуются различными скейлинговыми соотношениями. Показано, что закономерные вариации масштабных соотношений обусловлены изменением напряженно-деформированного состояния в окрестности структурного нарушения массива горных пород и могут являться прогностическим признаком динамических подвижек разного типа. В лабораторных экспериментах установлена связь между параметрами акустической эмиссии, кинематическими и прочностными характеристиками нарушения.

Теоретическая значимость исследования определяется тем, что:

- обоснован новый метод сейсмоакустического контроля режима скольжения по тектоническим нарушениям
- установлены закономерные вариации масштабных соотношений ансамбля сейсмоакустических импульсов, которые обусловлены изменением напряженно-деформированного состояния в окрестности структурного нарушения массива горных пород
- в лабораторных экспериментах установлена связь между параметрами акустической эмиссии, кинематическими и прочностными характеристиками нарушения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что была разработана методика применения интеллектуального анализа к исследованию сейсмоакустических данных. Разработанные методы могут быть использованы при проведении сейсмоакустического мониторинга подземной разработки месторождений полезных ископаемых, а также при обработке результатов сейсмических наблюдений, проводимых в окрестности разломных зон. Совместное использование разработанного метода классификации сейсмоакустических импульсов КЛАСИ-k и ансамблевых методов машинного обучения позволяет эффективно описывать деформационные процессы в зоне тектонических нарушений и осуществлять контроль их состояния на основе анализа данных, зарегистрированных в относительно короткие временные интервалы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что обоснованность представленных результатов обеспечивается значительным объемом экспериментальных данных, полученных с использованием современных апробированных методик измерений и обработки данных, тщательным анализом имеющихся опубликованных сведений, сопоставлением результатов исследования с существующими представлениями, результатами численных расчетов и аналитическими оценками.

Личный вклад соискателя состоит в выполнении всех этапов исследовательской работы. Все основные результаты, представленные в диссертационной работе, получены соискателем лично. При работе над диссертацией автор, под руководством научного руководителя, принимал участие в постановке и проведении лабораторных экспериментов, получении и обработке экспериментальных данных, обработке и анализе данных шахтной микросейсмичности. Автором лично разработан алгоритм КЛАСИ-k классификации ансамбля микросейсмических импульсов методом k-средних. Все публикации по теме диссертации написаны при непосредственном участии диссертанта.

Диссертация К.Г. Морозовой является актуальным законченным научным исследованием. Личный вклад соискателя в проведение исследований является существенным. Работа обладает научной новизной, практической и фундаментальной значимостью и удовлетворяет требованиям ВАК к кандидатским диссертациям.

При проведении тайного голосования из 21 утвержденных членов диссертационного совета на заседании присутствовало 16 членов совета, из них 8 докторов наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика». Результаты голосования о присуждении ученой степени кандидата физико-математических наук: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

На заседании 21 сентября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Морозовой К.Г. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.9 - «Геофизика».

Зам. председателя диссертационного совета
24.1.059.01, доктор физ.-мат. наук

Ученый секретарь диссертационного совета
24.1.059.01, доктор физ.-мат. наук



21.09.2023