

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д999.004.03
НА БАЗЕ ТРЕХ ОРГАНИЗАЦИЙ: ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК (МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ),
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ВУЛКАНОЛОГИИ И
СЕЙСМОЛОГИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ),
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА КОСМОФИЗИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК (МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ) ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 26 ноября 2020 г. № 5.

О присуждении Павлову Алексею Владимировичу, гражданство РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «**Прогностические оценки области и временного периода ожидания сильных Камчатских землетрясений по данным сейсмологического мониторинга и ионосферным аномалиям**» по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых принята к защите 25.09.2020 г., протокол № 2 объединенным диссертационным советом Д999.004.03 на базе Федерального

государственного бюджетного учреждения науки Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации), почтовый адрес: 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, д. 1Б, тел. 8(4242)791517, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации), почтовый адрес: 683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9, тел. 8(4152)302502, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации), почтовый адрес: 684034, Камчатский край, Елизовский район, п. Паратунка, ул. Мирная, 7, тел. 8(41531)33193, приказ о создании диссертационного совета № 120/нк от 17.02.2015 г.

Соискатель Павлов Алексей Владимирович, 1981 г. рождения, в 2005 г. окончил Камчатский государственный технический университет, факультет информационных технологий. В 2008 году окончил аспирантуру ИКИР ДВО РАН по специальности «05.13.18 -Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В 2017 г. Павлов А.В. был прикреплен в качестве экстерна к аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН) для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ИМГиГ ДВО РАН по специальности 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых. Кандидатский минимум был сдан в 2018 году, справка об обучении выдана ИМГиГ ДВО РАН 21.02.2018 г. Диссертационная работа выполнена в лаборатории физики атмосферы

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИКИР ДВО РАН). В настоящее время работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук в должности научного сотрудника.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, Богданов Вадим Васильевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук, лаборатория физики атмосферы, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

1. Пулинец Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук, г. Москва, главный научный сотрудник.
2. Козлов Владимир Ильич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космофизических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск, ведущий научный сотрудник лаборатории радиоизлучений ионосферы и магнитосферы, старший научный сотрудник.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Отмечается, что недостаточно отражены работы зарубежных сейсмологов, в частности работы по концепции самоорганизованной критичности. Не приведено достаточно полное обоснование выбора пороговых значений энергетического класса для отбора рассмотренных землетрясений, что определяет статистику рассмотрения. Не приведено

достаточно полное обоснование выбора конкретных цифровых значений критерия идентификации аномалий сейсмической активизации и затишья, хотя представлены результаты расчета значений статистических характеристик достоверности и эффективности прогноза для различных значений критерия. Перед выделением комплекса ионосферных прогностических признаков следовало рассчитать взаимную корреляцию между этими признаками и, если найдутся сильно коррелированные, на этом основании удалить часть из них. При ретроспективном анализе с использованием предложенных методов и алгоритмов прогноза землетрясений не рассматривается важный параметр - количество ложных тревог. Также содержатся замечания редакционного характера. Отмечено, что выявленные недостатки не снижают значимость работы.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр "Единая геофизическая служба Российской академии наук" в своем **положительном** заключении, подписанным Маловичко Алексеем Александровичем, членом-корреспондентом РАН, доктором технических наук, научным руководителем ФИЦ ЕГС РАН указывает, что диссертация Павлова А.В. является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему, связанную с развитием методов среднесрочного и краткосрочного прогнозирования сильных землетрясений в районе Камчатки с использованием комплекса данных сейсмического и ионосферного мониторинга. В диссертации, автореферате и публикациях соискателя в достаточной степени аргументированы и обоснованы основные научные положения и выводы. Полученные результаты обладают научной новизной. Представленное исследование имеет прикладное значение в области среднесрочного и краткосрочного прогнозирования сильных землетрясений. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

По теме диссертационной работы опубликованы 32 статьи, среди которых 3 статьи в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень

ВАК (из них 1 статья - по специальности 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых), 5 свидетельств программ ЭВМ, 1 свидетельство о регистрации баз данных, 1 монография, 5 статей в изданиях, индексируемых в базах WoS и Scopus, 16 статей, опубликованных в других изданиях и материалах конференций. Эти научные публикации в полной мере отражают содержание исследований, основные выводы и защищаемые положения диссертации.

Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 11.9 пл., личный вклад автора в опубликованных индивидуальных статьях 100%, в совместных статьях с другими авторами вклад пропорционален числу авторов и составляет от 16.6% до 50%. Проверка диссертации по системе «Антиплагиат» показала 86.76% оригинальности.

Наиболее значительные работы:

1. Богданов, В.В. Вероятностная модель сейсмичности на примере каталога Камчатских землетрясений / В.В. Богданов, **А.В. Павлов**, А.Л. Полюхова // Вулканология и сейсмология. - 2010. - № 6. - С.52-64.
2. Богданов, В.В. Динамика поведения ионосферных параметров накануне землетрясений в периоды 28.02.-01.03.2013 г. и 19.05-24.05.2013 г / В.В. Богданов, **А.В. Павлов** // Вестник КРАУНЦ. Серия: Физико-математические науки. - 2018. - № 2 (22). - С. 85-99.
3. Богданов, В.В. Построение на основе сейсмических и ионосферных прогностических признаков методики оценки области временного периода ожидания сильных камчатских землетрясений/ В.В. Богданов, **А.В. Павлов** // Вестник КРАУНЦ. Серия: Физико-математические науки. - 2020 - Т. 30, № 1.-С.59-78.

На диссертационную работу **поступили 6 отзывов, все положительные.**

Отзывы прислали:

1. Копылова Галина Николаевна, д.г.-м.н., доцент, главный научный сотрудник лаборатории геофизических исследований Камчатского филиала

Федерального исследовательского Центра «Единая государственная служба Российской академии наук». Рекомендации рецензента для дальнейших исследований:

- Представленный в диссертации подход имеет несомненный потенциал для развития сейсмопрогностических исследований в Камчатском крае для других видов геофизических предвестников землетрясений.
- Полезно было бы выполнить сейсмопрогностическую интерпретацию данных для района по-ова Камчатка из международного каталога землетрясений Геологической службы США (USGS) для сопоставления с результатами выполненного анализа данных из регионального каталога землетрясений Камчатки и Командорских о-вов КФ ФИЦ ЕГС РАН.

2. Михайлов Юрий Михайлович, д.ф.-м.н., профессор, ведущий научный сотрудник Института Земного Магнетизма, Ионосферы и Распространения радиоволн Российской Академии Наук. Рекомендации рецензента для дальнейших исследований: было бы полезно совместить предложенный метод с методом краткосрочного прогноза, существующим в других областях геофизики, таких как электрическое поле Земли, или ОНЧ - излучения в Камчатском регионе.

3. Салтыков Вадим Александрович, д.ф.-м.н., доцент, главный научный сотрудник лаборатории сейсмического мониторинга Федерального исследовательского Центра «Единая государственная служба Российской академии наук». Замечания рецензента по содержанию автореферата:

- *Стр. 1, абзац 2.* Выделяя группу методов сейсмологического мониторинга, диссертант упоминает лишь статью [Богданов, 2006], что может создать у читателя неверное представление о масштабе этого направления.
- *Стр. 4, абзац 1.* Первое предложение построено так, что делается вывод о том, что в настоящее время прогноз времени землетрясения на Камчатке осуществляется только по ионосферным признакам. А это совсем не так.

- Стр. 6. Достоверность результатов не может быть обусловлена применением широко известных методов по очевидным причинам, в частности, в случае их некорректного использования.
- Стр. 9. В формуле (2) знак модуля для неотрицательного параметра a избыточен.
- Стр. 12, 13. На основании полученных значений эффективности J делается вывод о статистической значимости прогноза. Но для этого вывода необходимо показать статистическую значимость самой J , например ее доверительные интервалы.
- Стр. 14. Бросается в глаза оценка времени ожидания землетрясения 2.59 ± 2.91 лет, т.е. нижняя граница составляет -0.32 года, то есть землетрясение уже произошло, а аномалия только появляется. Очевидно, так быть не должно.

4. Соловьев Александр Анатольевич, д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, заведующий лаборатории теории прогноза землетрясений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук. В качестве замечания рецензент отметил, что не вполне понятен смысл следующей фразы на первой странице автореферата: «Геофизический мониторинг может быть расширен, поскольку в настоящий момент сформировалось понимание, что Земля и околоземное пространство представляют открытую физическую систему». Из дальнейшего следует, что исследования автора диссертации опираются не на открытость этой системы, а на взаимосвязь процессов, происходящих в Земле и околоземном пространстве.

5. Сурков Вадим Вадимович, д.ф.-м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории 402 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук. Без замечаний.

6. Криволицкий Алексей Александрович, д.ф.-м.н., заведующий лабораторией химии и динамики атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Центральной аэрологической обсерватории» Росгидромета. Без замечаний.

Отрицательных отзывов нет. В отзывах отмечается научная новизна и актуальность диссертационного исследования, а также практическая значимость полученных результатов. В отзывах отмечено, что диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне, все четыре научных положения, выносимые на защиту обоснованы в достаточной степени и подтверждаются фактическим материалом многолетних сейсмологических и ионосферных наблюдений. Критические замечания в отзывах сводятся к следующему: выполнить сейсмопрогностическую интерпретацию данных для Камчатки из международного каталога землетрясений Геологической службы США (USGS) для сопоставления с результатами выполненного анализа данных из регионального каталога землетрясений КФ ФИЦ ЕГС РАН. Также указывается необходимость показать статистическую значимость эффективности J , например ее доверительные интервалы. Высказано замечание насчет корректности расчета периодов ожидания землетрясения. Для дальнейших исследований: рекомендовано совместить предложенный метод с методами краткосрочного прогноза, существующим в других областях геофизики, таких как электрическое поле Земли, или ОНЧ-излучения в Камчатском регионе.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией оппонентов и сотрудников ведущей организации, их опытом проведения научно-исследовательских работ и тем, что направление их научной деятельности в значительной степени пересекается с тематикой диссертации, посвященной развитию методов среднесрочного и краткосрочного прогноза сильных землетрясений по данным сейсмологического мониторинга и ионосферным аномалиям.

Официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации имеют за последние 5 лет статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах в областях, связанных с темой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** новая методика оценки области и временного периода наступления сильных землетрясений на основе совместного анализа сейсмического параметра комплекса ионосферных параметров;
- **получен** на основе вероятностного представления каталога землетрясений п-ова Камчатка сейсмический прогностический признак g_p , позволяющий выделять аномалии сейсмического режима;
- **выявлен** комплекс ионосферных прогностических предвестников, который может быть использован для идентификации временного периода наступления сильных землетрясений с энергетическим классом $K_s > 13.5$ в Камчатском регионе;
- **показано**, что анализ сейсмического режима на основе сейсмического параметра совместно с анализом комплекса ионосферных параметров позволяет одновременно оценить область, вероятность и краткосрочный период возникновения землетрясений с энергетическим классом $M > 13.5$.

Теоретическая значимость исследования обоснована:

- **развитием** методов анализа сейсмического режима на основе применения вероятностных методов к каталогу землетрясений;
- **доказана** возможность сейсмического прогностического признака f_p , на основе оценки его прогностической эффективности, выделять аномалии сейсмического режима, предшествующих наступлению сильных землетрясений с энергетическим классом $K^* > 13.5$;
- **впервые проведены** построения среднесрочных карт ожидания и выполнены оценки вероятностей наступления землетрясений с энергетическим классом $K_s > 13.5$ на основе анализа аномальных значений сейсмического прогностического признака g_p и Байесовского подхода;

- **впервые** проведена оценка прогностической эффективности ионосферных параметров и определено их наиболее информативное сочетание, которое может использоваться для уточнения времени сильных землетрясений с заблаговременностью до первых суток.
- **изложена** методика оценки области и временного периода наступления землетрясений с $K_s > 3.5$ на основе совместного анализа сейсмического параметра f_p и комплекса ионосферных предвестников.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики состоит в том, что созданная на основе вероятностной модели сейсмического режима Камчатского региона и Байесовского подхода методика среднесрочного прогноза, объединенная с методикой краткосрочного прогноза на основе анализа аномального поведения ионосферных параметров может быть использована для определения области и временного периода повышения сейсмической активности. На основе предложенной методики **разработаны** программы и база данных, оригинальность которых подтверждена свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ и свидетельством о регистрации баз данных. Программы и база данных **внедрены** в работу в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Оценка достоверности результатов обеспечивается использованием большого объема данных многолетних сейсмологических и ионосферных наблюдений, а также выполненными расчетами статистической значимости результатов ретроспективного прогнозирования сильных землетрясений Камчатского региона на основе сейсмического признака, ионосферных предвестников и их сочетания.

Личный вклад соискателя состоит в том, что он принимал непосредственное участие в разработке методики исследования сейсмического режима Камчатского региона на основе теоретико-

вероятностного подхода к каталогу землетрясений. Соискатель участвовал в анализе ионосферных параметров, оценивал их прогностическую эффективность и определял наиболее оптимальное их сочетание для краткосрочного прогноза сильных землетрясений. Соискатель лично выполнил прогностические оценки области и временного периода ожидания сильных камчатских землетрясений на основе сейсмического предвестника и ионосферных прогностических признаков. Им лично были созданы алгоритмы и программы, выполнены все вычисления и графические построения. Соискатель участвовал в обобщении и анализе полученных результатов.

На заседании 26 ноября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Павлову Алексею Владимировичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве **16** человек, из них **6 (шесть)** докторов наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых, участвовавших в заседании, из **девятнадцати** человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту **ноль** человек, проголосовали: за **16 (шестнадцать)**, против **0 (ноль)**, воздержавшихся **нет**.

Зам. председателя диссертационного совета,

академик РАН, доктор физико-математических наук



Е.И. Гордеев

Ученый секретарь

диссертационного совета, к.ф.-м.н.



Андреева М.Ю.

Дата оформления Заключения 27.11.2020 г.