

ОТЗЫВ

официального оппонента, Владимира Ильича Козлова, на диссертацию Павлова Алексея Владимировича «Прогностические оценки области и временного периода ожидания сильных Камчатских землетрясений по данным сейсмологического мониторинга и ионосферным аномалиям», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Актуальность темы. Поскольку землетрясения приводят к огромным человеческим жертвам и катастрофические последствиям для инфраструктуры, исследование проблемы их прогноза особенно актуально для обеспечения безопасности населения и уменьшению материального ущерба. В работе решение этой проблемы ведется в направлении исследованием сейсмологическими методами изменений сейсмического режима (среднесрочный прогноз) и изменений ионосферных параметров (краткосрочный прогноз).

Новизна работы состоит в объединении методов сейсмологического мониторинга сейсмического режима на основе анализа каталога землетрясений вероятностными методами (среднесрочный прогноз) и геофизического мониторинга на основе изучения ионосферных параметров (краткосрочный прогноз) с целью разработки методов предупреждения о грядущей опасности, определяя возможную область и период ожидания землетрясения, хотя и с серьезными принципиальными ограничениями на их точность и надежность.

Дополнительно отметим, что «технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды...» включены в перечень критических технологий Российской Федерации (утверждён Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899).

Диссертация содержит 161 страницу текста, 123 рисунка, 23 таблицы и состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 177 наименований и 2 приложений на 30 страницах.

Во введении представлена актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и решаемые задачи, отмечается научная новизна, личный вклад автора, методы исследования, достоверность и практическая ценность полученных результатов, сформулированы защищаемые положения и отражена апробация работы.

На основе приведенного литературного обзора сейсмических предвестников и методов среднесрочного прогноза в первой главе описан подход к построению вероятностной модели на базе каталога камчатских землетрясений. Представлен обзор литосферно-ионосферных связей.

Во второй главе рассмотрена вероятностная модель сейсмического режима Камчатского региона, на основе которой вводится сейсмологический параметр, предназначенный для анализа изменений в сейсмическом режиме, предшествующим сильным землетрясениям и предложена методика

вычисления вероятности наступления сильных землетрясений в области ожидания, определённой на основе анализа аномальных значений введенного параметра.

В третьей главе приведены результаты проведенного анализа аномального поведения ионосферных параметров накануне землетрясения. Произведена оценка их прогностической эффективности и представлен алгоритм краткосрочного прогноза землетрясений на основе комплекса наиболее информативных ионосферных предвестников. Представлена методика определения области и временного периода наступления землетрясений на основе совместного анализа сейсмического параметра и комплекса ионосферных предвестников и проведён совместный анализ сейсмического параметра и комплекса ионосферных предвестников.

В заключении диссертации сформулированы и кратко описаны полученные основные результаты и выводы диссертационной работы.

Основные научные результаты состоят в том, что:

1. Установлено на основе оценки прогностической эффективности введенного в работе сейсмического параметра, что данный параметр обладает достаточной информативностью и может быть использован для идентификации изменений в сейсмическом режиме, предшествующим сильным землетрясениям с энергетическим классом $K_s \geq 13.5$.

2. Получены прогностические оценки областей, периодов ожидания и вероятностей наступления землетрясений с энергетическим классом $K_s \geq 13.5$ в среднесрочной перспективе на основе анализа аномальных значений прогностического параметра и Байесовского подхода.

3. Выявлен комплекс ионосферных прогностических предвестников, который может быть использован для идентификации временного периода наступления сильных землетрясений с энергетическим классом $K_s \geq 13.5$ в Камчатском регионе.

4. Установлено, что анализ сейсмического режима на основе введенного в работе сейсмического параметра совместно с анализом комплекса ионосферных параметров позволяет одновременно оценить область, вероятность и краткосрочный период возникновения землетрясений с энергетическим классом $K_s \geq 13.5$.

Достоверность и обоснованность полученных результатов, изложенных в диссертации, обусловлена использованием большого объема исходных данных, как ионосферных параметров, полученных в ИКИР ДВО, так и содержащихся в каталоге землетрясений Камчатки и Командорских островов, (каталог сформирован КФ ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН, применением современных, физически обоснованных новых, в том числе предложенных автором, методов их обработки и анализа. Основные результаты согласуются с результатами предыдущих исследований и развивают их.

Материалы диссертации широко апробированы на российских и международных конференциях.

Результаты исследований по теме диссертации весьма полно отражены в публикациях автора. Основные результаты диссертационной работы

представлены в 32 публикациях, 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.

Автореферат диссертации достаточно полно передает смысл диссертации, написан понятным языком и соответствует содержанию диссертационной работы.

Практическая значимость полученных результатов обусловлена тем, что предложенные в диссертации методы позволяют выделить ионосферные неоднородности, вызванные сейсмическими событиями в Камчатском регионе, и имеющие прогностическое значение, что также повышает научную значимость в исследовании проблемы краткосрочного прогноза сильных землетрясений. Отметим, что после проверки ретроспективным анализом разработанных методов была проведена проверка разработанных критериев и дан практически успешный прогноз трех землетрясений 2020 года.

Результаты работы могут быть использованы в НИИ, занимающимся исследованием вариаций параметров ионосферы и явлений, приводящих к этим вариациям.

Замечания и недостатки диссертации:

Не приведено достаточно полное обоснование выбора пороговых значений энергетического класса для отбора рассмотрения землетрясений, что определяет статистику рассмотрения.

Не приведено достаточно полное обоснование выбора конкретных цифровых значений критерия идентификации аномалий сейсмической активизации и затишья, хотя представлены результаты расчёта значений статистических характеристик достоверности и эффективности прогноза для различных значений критерия. Значение критерия задается: «В данной работе для идентификации аномалий сейсмической активизации установлен критерий 2,5, для идентификации аномалий сейсмического затишья – 2,5».

Одной из целей диссертационной работы определена оценка прогностической эффективности ионосферных параметров и определение их наиболее информативного сочетания. 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.

В работе при ретроспективном анализе с использованием предложенных методов и алгоритмов прогноза землетрясений не рассматривается важный параметр - количество ложных тревог.

В диссертации нет листа с сокращениями, что затрудняет чтение.

В тексте диссертации имеются орфографические ошибки, иногда отсутствует пробел между словами, неверные окончания слов: стр. 10 ...

которые возникло при образовании Земли...; стр. 13 ...аномалии выделения...; стр. 27 ...событий, вероятность...; стр. 30 ...класс по коде... и так далее.

В тексте диссертации имеются стилистические ошибки (сленг) и повторы: стр. 10 ...кора погибает...; стр. 12 ...путем испаривания перемычек...; стр. 40 - дважды повторяется фраза: “Многочисленные наблюдения на спутниках [Обзор моделей ..., 1998; Pulinets, Boyarchuk, 2004] показали наличие эпизодических всплесков низкочастотной плазменной турбулентности, областей нагрева, областей провалов плотности в верхней части F-области в приуроченных к землетрясениям зонах, простирающихся на расстояния до нескольких тысяч километров от эпицентра”.

Отмеченные недостатки не снижают значимость работы.

Общее заключение по диссертации

Диссертация Павлова Алексея Владимировича соответствует специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой. По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов представленная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор Павлов Алексей Владимирович заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент

Ведущий научный сотрудник лаборатории радиоизлучений ионосферы и магнитосферы, кандидат физико-математических наук, специальность 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук (ИКФИА СО РАН)

Российская Федерация, 677980, г. Якутск, пр. Ленина, д. 31.

Тел.: +7(411)239-04-79.

E-mail: vkozlov@ikfia.ysn.ru.



Козлов Владимир Ильич

23.10.2020 г.



Подпись В.И. Козлова заверяю
Ученый секретарь ИКФИА СО РАН



Бондарь Е.Д.