

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Дзедоева Бориса Аркадьевича
«Системно-аналитический метод распознавания мест возможного возникновения
сильных землетрясений» на соискание ученой степени доктора физико-математических
наук по специальности

25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа Дзедоева Б.А. посвящена развитию методов оценки сейсмической опасности. Цель работы – создание системно-аналитических подходов и развитие существующих методов распознавания для повышения достоверности решения проблемы идентификации мест возможного возникновения сильных землетрясений по комплексу геолого-геофизических, геоморфологических, сейсмологических и других данных.

Развитие методов оценки сейсмической опасности актуально в современной сейсмологии и развивается в направлениях по решению научных и практических задач в связи с быстрым ростом промышленного и гражданского строительства, включая особо ответственные объекты (АЭС, высотные здания, гидротехнические сооружения и др.). При этом стратегия сейсмостойкого строительства заключается в уменьшении сейсмического риска и составлении адекватных информативных нормативных прогнозных карт сейсмической опасности. Такие карты регулярно обновляются в силу двух основных причин, во-первых, в связи с появлением новых данных, во-вторых, в связи с развитием методик оценки сейсмической опасности.

Автором диссертации решен ряд важных научных задач, которые позволили выйти на обоснованное и максимально достоверное решение поставленной цели исследований. Исследования основаны на использовании многолетнего статистически значимого объема унифицированных экспериментальных данных по землетрясениям для различных сейсмоактивных регионов мира, новых способов обработки и интерпретации материалов сейсмологических и геофизических наблюдений.

Для реализации поставленной цели Б.А. Дзедоевым решался широкий круг задач, в том числе:

- созданы методы классификации объектов с обучением на принципах дискретного математического анализа и элементах искусственного интеллекта;
- разработана новая методика отбора информативных характеристик объектов для распознавания высокосейсмичных зон;
- создан новый системно-аналитический подход для распознавания высокосейсмичных зон по данным эпицентров слабых землетрясений;
- проведено распознавание и построение карт-схем мест возможного возникновения землетрясений в целом ряде сейсмически опасных регионов мира, в том числе и регионов России;
- проведены вычислительные эксперименты с оценкой достоверности и надежности результатов применения разработанных подходов и методик для определения возможных мест будущих сильных землетрясений;
- проведен анализ результатов, полученных разработанными в диссертации методами распознавания мест возможного возникновения землетрясений, с независимыми результатами определения потенциальных мест будущих землетрясений;
- проведена оценка вклада форшоковых и афтершоковых последовательностей в каталогах землетрясений при распознавании мест возможного возникновения

землетрясений;

- получена оценка возможного влияния удаленных землетрясений на сейсмическую опасность территории Нижне-Канского гранитоидного массива в связи с захоронением там радиоактивных отходов.

Основные положения в диссертации Б.А. Дзедоева характеризуются научной новизной, что было обеспечено использованием в процессе исследований широкого спектра разнообразных методических приемов и способов, в том числе – оригинальных, разработанных автором.

Так, в рамках методологии теоретического системного анализа разработан оригинальный системно-аналитический метод FCAZ (Formalized Clustering And Zoning) и его модификация SFCAZ. С их помощью успешно выполнено распознавание зон повышенной сейсмической опасности в горном поясе Анд Южной Америки ($M \geq 7.75$), на Тихоокеанском побережье Камчатки ($M \geq 7.75$) и Курильских островов ($M \geq 7.75$), в Калифорнии ($M \geq 6.5$), в регионе Прибайкалье-Забайкалье ($M \geq 5.5$, $M \geq 5.75$, $M \geq 6.0$), в регионе Алтай-Саяны ($M \geq 5.5$), на Кавказе ($M \geq 5.0$), на Крымском полуострове и северо-западе Кавказа ($M \geq 4.5$, $M \geq 5.0$). Надежность результатов подтверждается различными методами оценки их достоверности. Автором показано, что наличие в каталогах землетрясений форшоковых и афтершоковых последовательностей не оказывает существенного влияния на результаты распознавания высокосейсмичных зон в рамках кластеризационного метода FCAZ.

Б.А. Дзедоевым создан и программно реализован новый алгоритм распознавания образов «Барьер-3» с обучением по одному классу для определения мест возможного возникновения сильных землетрясений. Принципиальным отличием этого метода от классических алгоритмов дихотомии является то, что «Барьер-3» обучается по одной выборке высокосейсмичного класса, не содержащей в себе заведомых ошибок классификации. Выполнено определение мест возможного возникновения землетрясений с $M \geq 6.0$ на Кавказе и в регионе Алтай-Саяны-Прибайкалье с использованием алгоритма «Барьер-3» в качестве блока распознавания. На основе применения алгоритма «Барьер-3» на Кавказе и в регионе Алтай-Саяны-Прибайкалье выявлены интервалы значений геолого-геофизических и геоморфологических характеристик, свойственные объектам, классифицированным как высокосейсмичные – высокая степень тектонической раздробленности, наличие плотностных глубинных неоднородностей, а также специфическое строение и состав земной коры.

Б.А. Дзедоев является автором программного обеспечения по реализации, приведенных в диссертации, алгоритмов оценки сейсмической опасности и баз данных.

На основе проведенных исследований автором сформулированы защищаемые положения, основная суть которых заключается в следующем:

1. Метод системного анализа, позволяющий, на основе долговременного сейсмического мониторинга, многократно распознавать зоны возможного возникновения сильных землетрясений в функции времени. Основой метода является дискретно-математическая модель FCAZ, допускающая распознавание в моменты кардинальных изменений структуры кластеров эпицентров слабых землетрясений.

2. Метод SFCAZ (Successive FCAZ), дающий возможность последовательного распознавания высокосейсмичных зон для нескольких возрастающих магнитудных порогов на основе сужения путем топологической фильтрации используемого множества эпицентров землетрясений.

3. Оригинальный алгоритм «Барьер-3» с обучением по единственному классу,

который в композиции с алгоритмами дихотомии и конструкцией нечеткого множества улучшает качество распознавания.

Анализируя автореферат диссертации Б.А. Дзэбоева в целом, следует сказать, что работа хорошо выстроена логически, полученные выводы корректны. Диссертация выполнена по актуальной тематике и является самостоятельным и законченным научным исследованием. В диссертации установлены новые закономерности, отражающие развитие и проявление сейсмических процессов. Выводы в достаточной степени аргументированы, а защищаемые в диссертации положения являются логичным следствием результатов значительных по объему и содержанию проведенных автором комплексных исследований.

По теме диссертации опубликовано достаточно научных статей. Основные результаты диссертации докладывались на международных конференциях.

На основании автореферата можно сделать следующее заключение: диссертационная работа «Системно-аналитический метод распознавания мест возможного возникновения сильных землетрясений» соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Дзэбоев Борис Аркадьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Аронов Аркадий Гесселевич

- почтовый адрес: 220141, Республика Беларусь, г. Минск, ул. академика Купревича, д. 1/3

- e-майл: aronov@cgm.org.by

- телефон: (+375 17) 3748859

Государственное учреждение «Центр геофизического мониторинга Национальной академии наук Беларуси»

Заведующий геофизической обсерваторией Центра геофизического мониторинга НАН Беларуси, доктор физико-математических наук.

Я, Аронов Аркадий Гесселевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета Д. 002.001.01 при ИФЗ РАН, и их дальнейшую обработку.

26.04.2021 г.

А.Г. Аронов

Подпись Аронова Аркадия Гесселевича удостоверяю:

Заместитель директора
Центра геофизического мониторинга
НАН Беларуси



Т.А. Протасовицкая