

II Всероссийская научная конференция с международным участием

Современные методы оценки сейсмической опасности и прогноза землетрясений



29-30 сентября 2021, ИТПЗ РАН, Москва

Modern methods of seismic hazard assessment and earthquake prediction



29-30 September 2021, IEPT RAS, Moscow

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики
Российской академии наук

*К 100-летию со дня рождения основателя ИТПГЗ РАН
академика РАН В.И. Кейлиса-Борока*

II Всероссийская научная конференция с международным участием

Современные методы оценки сейсмической опасности и прогноза землетрясений

29-30 сентября 2021 г., Москва, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ И ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

Под редакцией к.ф.-м.н. О.В. Селюцкой

Москва
2021

Современные методы оценки сейсмической опасности и прогноза землетрясений: тезисы докладов II всероссийской конференции с международным участием. 29-30 сентября 2021 г. Москва: ИТПЗ РАН, 2021. – 125 с.

В сборнике публикуются тезисы докладов II Всероссийской конференции с международным участием «Современные методы оценки сейсмической опасности и прогноза землетрясений», которая состоялась 29-30 сентября 2021 г. в Институте теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, Москва. Конференция была приурочена к 100-летию со дня рождения основателя уникальной научной школы и первого директора ИТПЗ РАН академика В.И. Кейлис-Борока. На конференции были представлены основные достижения в области математической геофизики, сейсмологии, геодинамики. Рассматривались методы оценки сейсмической опасности, прогноза мест возможного возникновения сильнейших сейсмических событий, алгоритмы прогноза землетрясений и методы оценки надёжности и достоверности результатов прогноза, вопросы связи геодинамики с сейсмичностью, методы анализа баз данных – сейсмологических, геомагнитных, систем глобального позиционирования, в том числе больших объёмов данных (Big Data).

Ответственный редактор:

к.ф.-м.н. О.В. Селюцкая

Компьютерная верстка:

Л.А. Бутова, О.А. Мациевская, Т.В. Прохорова

Дизайн обложки:

д.ф.-м.н. В.Г. Кособоков

АЛГОРИТМ КОЗ – 35 ЛЕТ ТЕСТИРОВАНИЯ И ПОСЛЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Завьялов А.Д.

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

E-mail: zavyalov@ifz.ru

(устный доклад)

В середине 1980-х годов в Институте физики Земли АН СССР возникла неформальная творческая группа во главе с Г.А. Соболевым. Она получила название «Группа оперативного сравнительного анализа сейсмичности» (группа ОСАС). Этот коллектив не имел жестко определенного состава. В разное время в нее входили:

от ИФЗ РАН: *Геннадий А. Соболев, Лидия Б. Славина, Алексей Д. Завьялов, Елизавета Н. Седова, Евгений А. Рогожин, Андрей А. Никонов, Тимур Т. Тагизаде;*

от ИГ Грузии: *Тамаз Л. Челидзе, Тамаз Пилишвили, Русико Хелаивили, Вано Е. Николадзе, Лали Кахиани, Лали Лабадзе, Юрий М. Колесников.*

Перед группой стояла задача – разработка методики построения карты мест наиболее вероятного возникновения сильных землетрясений с использованием пространственно-временных распределений различных геолого-геофизических данных. В результате нескольких лет работы на свет появился алгоритм, получивший впоследствии название Карта Ожидаемых Землетрясений (*Map of Expected Earthquakes*) – КОЗ.

Под алгоритмом прогноза землетрясений будем понимать последовательность действий, направленных на выделение характерных признаков или аномальных изменений в различных геолого-геофизических полях, их совместное рассмотрение и анализ с целью определения места, силы и времени возникновения землетрясения [Завьялов, 2006].

В основе алгоритма КОЗ лежат представления о процессе разрушения геологической среды как самоподобной и самоорганизованной системы разномасштабных блоков горных пород. Основываясь на кинетической концепции прочности твердых тел, удалось составить образы аномального поведения различных сейсмологических параметров (предвестников) перед сильными ($M \geq 5.5$) землетрясениями. Алгоритм КОЗ использует принцип пространственно-временного сканирования каталога землетрясений в пределах исследуемого сейсмоактивного региона. Используя байесовский подход, рассчитываются карты распределения условной вероятности $P(D_1|K)$ возникновения сильного землетрясения в каждой пространственно-временной ячейке [Завьялов, 2006].

Совокупность значений условной вероятности $P(D_1|K)$ для всех пространственных ячеек сетки получила название Карты Ожидаемых Землетрясений на период времени $[t_0, t_0 + \Delta T_{\text{КОЗ}}]$, где $\Delta T_{\text{КОЗ}}$ – время действия КОЗ. Предполагается, что возникновение сильного землетрясения в этом временном интервале равновероятно. Однако здесь уместно

упомануть работу М.О. Куценко, А.Д. Завьялова [Куценко, 2011], в которой показано, что возникновение землетрясений в разные годовичные интервалы времени ожидания не равновероятно. Оказалось, что возникновение сильных землетрясений наиболее вероятно в первые годы после появления предвестника. Практически для всех предвестников вероятность возникновения сильных событий в первый год составила 25%, а в первые 5 лет – более 70%. Отметим, что эта работа была выполнена на материале каталогов тектонических землетрясений из разных сейсмоактивных регионов мира.

За прошедшие 35 лет алгоритм был протестирован в различных сейсмоактивных регионах мира: Кавказ, Камчатка, Копет-Даг, Киргизия, Южная Калифорния, Северо-Восточный и Юго-Западный Китай, Греция, Западная Турция, Курильские о-ва, Новая Зеландия. Средняя прогностическая эффективность по этим регионам составила $J_{КОЗ} = 2.56$ и 3.82 при выборе в качестве уровня тревоги величины условной вероятности $P(D_1|K) = 70\%$ и 90% соответственно. При этом в зонах с этими уровнями условной вероятности произошло 68% и 41% прогнозируемых землетрясений (магнитуды $M \geq 5.5$), а площадь зон тревоги составила 30% и 14% от общей площади наблюдений.

В последней работе впервые предпринята попытка использовать алгоритм среднесрочного прогноза землетрясений КОЗ для построения карт ожидаемых землетрясений (магнитуды $M \geq 4.0$) в классическом районе с переходным режимом сейсмичности – район водохранилищ Койна-Варна, Индия. Полученные впервые результаты применения алгоритма КОЗ в этом районе оказались обнадеживающими. Они показали его достаточно высокую прогнозную эффективность, оказавшуюся равной $J_{КОЗ} = 2.76$. В зонах с уровнем условной вероятности $P(D_1|K) \geq 90\%$ произошло 56.3% всех землетрясений $M_L \geq 4.0$. При этом площадь тревог составила $20.4 \pm 8.4\%$ от общей площади наблюдений.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания ИФЗ РАН № 0144-2019-0010.

Литература

- Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация. М.: Наука, 2006. 254 с.
- Куценко М.О., Завьялов А.Д. Вероятность землетрясения на интервале времени ожидания по комплексу прогностических признаков // Материалы 12-ой Уральской молодежной научной школы по геофизике. Пермь, 21–25 марта 2011 г. С. 131–136.