

**Спеціалізована Рада з дисертацій
Інститут геофізики
Національна Академія Наук України
пр. Палладіна, 32, Київ, 03680
Україна**

Інститут прикладних наук про Землю

Д-р А.Т. Ісмаїл Заде

Старший науковий співробітник

Adenauerring 20b
76131 Карлсруе

Тел.: 0721 608-44610

Факс: 0721 608-43374

E-Mail: alik.ismail-zadeh@kit.edu

Web: http://www.agw.kit.edu/227_3780.php

Дата: 30 листопада 2017р.

Буртієв Р. З. Методологія оцінки сейсмічної небезпеки на основі ймовірнісних моделей сейсмічності. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук, 04.00.22 - Геофізика

ВІДГУК

Виклики, спричинені катастрофами внаслідок землетрусів, можуть призвести до негативних наслідків для сталого розвитку. З початку XXI століття наслідки катастроф, пов'язаних із землетрусами, швидко зростали, наприклад, землетрус на Суматрі (Андаманське море) в 2004 році та спричинений ним цунамі, землетрус у Кашмірі в 2005 році, землетрус у Веньчуані у 2008 році та спричинені зсуви, землетрус у 2011 році у Тохоку та індуковані цунамі та затоплення, а також землетрус і зсуви у Непалі в 2015 році. Розуміння катастроф, пов'язаних з землетрусами базується на нещодавніх досягненнях в області фундаментальних наук, інженерії та прикладних досліджень, включаючи комплексну оцінку сейсмічної небезпеки, що поєднує в собі знання з сейсмології, геології, геодезії, геодинаміки, електромагнетизму, гідрології та властивостей ґрунтів із застосуванням інструментів моделювання та прогнозування.

У цьому контексті дисертація на ступінь доктора фіз.-мат. наук Рашіда Буртієва є яскравим прикладом комбінування знань сейсмології з математичними підходами до оцінки сейсмічних небезпек. Його дослідження пов'язане зі сейсмічністю регіону Вранча, де великі середньоглибинні землетруси викликають руйнування в Румунії та поштовхи відчувають міста Центральної та Східної Європи в декількох сотнях кілометрів від гіпоцентру цих подій. Здобувач Буртієв розробив новий підхід до оцінки сейсмічної небезпеки та застосував цей підхід до аналізу сейсмічної небезпеки в декількох регіонах.

Підхід включає чотири основні етапи: (i) визначення сейсмічних зон; (ii) побудова моделі Маркова для сейсмічного процесу з метою оцінки параметрів землетрусу, необхідних для аналізу небезпеки; (iii) визначення параметрів рівнянь прогнозування руху; і (iv) розробка алгоритму оцінки сейсмічної небезпеки на певному об'єкті.

Основні результати роботи, які я хотів би підкреслити, наступні:

- Автором показано, що сейсмічна активність взаємодії між регіонами, які схильні до землетрусів на Балканах є статистично значущою. Статистичний аналіз ілюструє, що

землетруси, як правило, відбуваються в тих місцях, де вони вже відбулися (насправді це очевидний факт з точки зору геофізики, оскільки землетрус відбувається переважно на існуючих дефектах, а не на новостворених). Також зону потенційного землетрусу та ймовірність виникнення землетрусу можна визначити на основі граничного розподілу сейсмічних зон.

- Автор показує слабе ймовірнісне співвідношення між величиною землетрусу та часом виникнення землетрусів у регіоні Вранча. Цей результат підтверджує більш ранні результати, пов'язані з моделюванням виникнення землетрусу в регіоні (Panza et al., 1997; Соловьев et al., 1999, 2000), де було показано труднощі при оцінці часу повторення великих землетрусів у регіон Вранча.
- Розроблено та застосовано алгоритм оцінки сейсмічної небезпеки для аналізу сейсмічної небезпеки в Болгарії, Румунії, Молдові та Туреччині. Зокрема, використовуючи кластерний аналіз, було ідентифіковано активні сейсмічні зони в Румунії та Туреччині та була розроблена модель сейсмічного процесу для виявлених зон за Марковим для покращення оцінки сейсмічної небезпеки.

Незважаючи на деякі критичні, але конструктивні моменти мого відгуку (далі), дисертаційна робота є значною науковою роботою, яка розроблялась автором протягом багатьох років, робота науково та статистично обґрунтована, і її результати можуть сприяти розвитку системи оцінки сейсмічної небезпеки.

Детальний огляд

1. Глава 1 містить огляд досліджень, проведених у цьому районі. Моє серйозне занепокоєння полягає в тому, що глава не має сучасного наукового підходу при оцінці сейсмічної небезпеки, ні в цілому, ні відносно регіону Вранча. Більшість посилань досить старі для галузі досліджень, яка інтенсивно розвивається. Значний прогрес у цій галузі досліджень стався за останнє десятиліття з численними публікаціями, але в матеріалі практично немає посилань на роботи, виконані в цієї області. Я можу усвідомити деякі труднощі, пов'язані з доступом до зарубіжної наукової літератури в Молдові, але це не є підставою для того, щоб не посилатися на попередню значну роботу, виконану в цій галузі досліджень. Більш того, сьогодні, використовуючи Інтернет, можна побачити принаймні тези доповіді; Крім того, багато документів доступні на порталі ResearchGate. Цей розділ не має посилань на білі плями у цій галузі досліджень, які автор хотів би заповнити. Зокрема, у роботі обговорюються обмеження, пов'язані з наявністю каталогів, як ще не вирішена проблема, і припускається, що моделювання може в цьому допомогти. Насправді, Соколов і Ізмаїл-Заде (2015) опублікували роботу, яка представляє новий підхід до оцінки ймовірнісних сейсмічних небезпек (PSHA) на основі зареєстрованого, історичного та змодельованого землетрусу, що значно покращує результати PSHA.

2. Ще одна проблема пов'язана з тим, що автор не порівнює результати, отримані в цій дисертації (наприклад, карти сейсмічної небезпеки) з тими, які раніше отримали інші автори (наприклад, Соколов et al., 2004, 2005, Ісмаїл-Заде et al., 2007). За рахунок цього важко оцінити новизну роботи порівняно з попередніми дослідженнями. Таке порівняння могло б продемонструвати плюси та мінуси розробленого підходу.
3. У розділі 2 автори використовують формальний кластерний аналіз для ідентифікації сейсмічних зон. Проте не було показано, чому запропонований підхід у визначенні кластерів за допомогою статистичних методів є кращим, ніж геологічна, сейсмологічна та морфологічна ідентифікація кластерів. Очевидно, що значні землетруси та їх відголоски відбуваються в основному у визначених розломах, і кластеризація землетрусу земної кори має враховувати інформацію про будову та склад кори. Чисто статистичний підхід, доповнений геоінформацією, забезпечить більш надійні результати. Науковий недолік розділу полягає в тому, що автор не обговорює, чому кластеризація необхідна в PSNA, і як різні кластери або результати різних кластерингів можуть впливати на оцінку сейсмічної небезпеки. Технічним недоліком цієї глави є те, що методи кластерного аналізу, які аналізуються не були порівняні із застосуванням того самого регіону (наприклад, регіону Вранча), щоб побачити їх ефективність та недоліки.
4. Глава 3 стосується статистичного аналізу каталогів землетрусів. Зокрема, автор трансформує різні шкали магнітуди у шкалу m_b , що є важливим для отримання даних в єдиному форматі для аналізу сейсмічної небезпеки. Між тим, немає жодного порівняння запропонованих трансформаційних відносин з тими, що розроблені раніше. Знову ж таки, важко оцінити новизну запропонованих трансформацій та їх значення. Крім того, геофізична інтерпретація при низькій статистичній кореляції між магнітудою землетрусу та його глибиною не є переконливою.
У розділі 3.11 обговорюється кореляція між землетрусами Вранча та кількістю сонячних плям, що, здається трохи дивним у розрізі цієї глави.
5. У главі 4 автор представляє моделі сейсмічних процесів. Перевантажена технічними деталями глава не дуже добре прописана, щоб оцінити всі висновки. Наприклад, автор не пояснює деякі терміни, що використовуються у главі (наприклад, розподіл Ерланга, цей розподіл не є звичайним для статистичного аналізу сейсмічних процесів). Автор має надати докази того, що та сама марківська модель може бути використана для землетрусів у земній корі та для середніх глибин у регіоні Вранча. І взагалі, автор повинен надати більше доказів того, що безперервний ланцюг Маркова можна розглядати як статистичну модель для землетрусів Вранча. В главі є твердження, що марківська модель може допомогти ідентифікувати міграцію землетрусів уздовж сейсмічного поясу. Однак з глави незрозуміло, як це зробити.

6. Глави 5 та 6 присвячені аналізу інтенсивності землетрусу у регіоні Вранча та нестационарному режиму сейсмічного потоку (за допомогою часових рядів), відповідно. Хоча обидві глави представляють дослідження, пов'язані зі статистичним аналізом землетрусу в регіоні, ці розділи є досить незначними для основної теми дисертації, а саме оцінки сейсмічної небезпеки
7. У главі 7 автор представляє підхід до PSHA та деякі результати методу оцінки небезпеки. Автор стверджує, що на другому етапі PSHA модель Маркова побудована для прогнозування величини, місця та середнього значення землетрусів в конкретному місці на визначений проміжок часу. З цієї глави (так само як і з глави 4) незрозуміло, наскільки добре ця модель дозволяє це зробити, порівняно з іншими моделями.

Також я зробив багато пропозицій щодо редагування тексту дисертації і передав їх дисертанту Буртієву. Зокрема, в тексті дисертації з'являються деякі абзаци кілька разів. Ще однією проблемою була суміш математичної постановки проблеми з чисто сейсмологічними твердженнями, при цьому зв'язок між ними не був показаний.

Наприкінці, представлена робота відповідає всім вимогам, встановленим Міністерством освіти і науки України щодо дисертації на ступень доктора наук, та її автор, Буртієв Рашід Зетович заслуговує на присвоєння бажаного ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 - геофізика.

Алік Ісмаїл-Заде
Доктор філософії, Доктор фіз.-мат. наук
Член Європейської Академії
Почесний член Королівського астрономічного товариства (Лондон)

Засвідчую підпис Ісмаїла-Заде

Технологічний інститут м.
Карлсруе
Інститут прикладних наук про
Землю (AGW) Кафедра
петрофізики,
вул. Кайзерштрассе, 12
76131 м. Карлсруе

Джесіка Блеквелл (Jessica Blackwell)
Секретар, Технічна петрофізика, KIT-AGW

Переклад з англійської/німецької мови на українську мову відповідає оригіналу, зроблений мною, перекладачем Замудряковою Ганною Володимирівною. Диплом Спеціаліста Київського інституту перекладачів № КВ №21225503, виданий 29 червня 2002 р

Підпис Замудрякова Г.В.



ЦЕНТР ТЕХНІЧНИХ ПЕРЕКЛАДІВ
Замудрякової Г.В.
Переклад з англійської/німецької
мови на українську мову
зроблений вірно
«15» грудня 2017 року.



Всього прошито (або
прошнуровано), пронуме
ровано і скріплено
печаткою