



РЕЦЕНЗИЯ

от: доц. д-р Ирена Александрова

за докторска дисертация на асистент Мария Любомирова Попова
на тема: **Магнитудни оценки на съвременна и историческа сеизмичност за
България и околните земи**

за придобиване на научно-образователна степен “доктор”
по професионално направление 4.4. Науки за Земята, специалност “Сеизмология и
вътрешен строеж на Земята”

Настоящата рецензия е изготвена въз основа на предоставени ми документи, Дисертационен труд и Автореферат, съгласно заповед № 01-227 от 20.10.2017 г. на Директора на НИГТГ-БАН

Мария Попова постъпи на работа в департамент Сеизмология към НИГТГ през 2011 година по време на следването си в Минно-Геоложки университет „Св. Иван Рилски“. През 2012 г. получава магистърска степен в МГУ. През следващата (2013) година последва зачисляването ѝ в редовна докторантура с научен ръководител член кор. дфн. Димчо Солаков и научен консултант доц. д-р Стела Симеонова. От 2016, след успешно издържан конкурс, заема академична длъжност „асистент“. От постъпването си в НИГТГ до сега, Мария Попова е част от дежурния екип към НОТССИ. С много добри впечатления съм от формирането ѝ като сеизмолог. Представеният дисертационен труд показва целенасочените ѝ научни интереси към изследване върху магнитудни скали, както и към зависимостта между динамичните параметри (магнитуд - интензивност) на земетресенията и прилагането им за оценка на сеизмичния hazard.

Цели и задачи на дисертационния труд:

Основната цел на автора е хомогенизиране на магнитудните оценки в наличната сеизмологична база данни и създаване на енергийно хомогенен каталог въз основа на историческа и съвременна сеизмичност, генерирана на територията на България и близките околности. Каталогните данни ще предоставят достоверна характеристика на енергетичното разпределение на сеизмичността.

Задачите включват в последователност:

- сравнение на магнитудните оценки за близки земетресения (реализирани на територията на страната и на разстояния до 150 km от нея), определени в НОТССИ (SOF по M_p) с оценките на CSEM (по M_L) и националните центрове в съседните балкански държави – Румъния - BUK; Гърция – THE, NOA; Сърбия - BEO; Македония - SKO; Турция – KAN;

- извеждане на релации между магнитудните оценки, прилагани в рутинната практика в НОТССИ (M_p и M_d) и тези на международните сеизмологични центрове: ISC, USGS и CSEM;
- хомогенизиране на магнитудните оценки за историческа и инструментална сеизмичност чрез получаване на релации между магнитуд по сеизмичен момент M_w и макросеизмична интензивност (основен динамичен параметър, оценяван за историческа сеизмичност, реализирана до 1900 г., преобладаващ в данните за ранно инструменталния период, оценяван и в инструменталния период.

Структура на дисертационния труд:

Представеният труд се състои от въведение, 4 глави, заключение, литература, приноси, абривиатури, използвани символи и приложение 1. Обемът на работата е от 112 стр., 28 фигури и 4 таблици. В автореферата е приложен и списък на публикации и доклади по темата на дисертацията. Работата е със стандартна структура.

Изпълнение по съдържанието на разработката

В първа (1) глава на труда са разгледани основните динамични параметри на земетресенията: магнитуд - свързан със силата на освободената енергия при реализацията на събитието и интензивност – показател, използван за определяне силата на въздействие върху хората, сградите и околната среда.

Магнитудът е основен инструментален показател, характеризиращ силата на земните движения, записани от сеизмограф. Разгледана е първата магнитудна скала разработена и въведена от сеизмолога Ч. Рихтер през 1935 г. за изчисляване силата на земетресенията, записани на стандартен късопериоден, торзионен сеизмограф - Уд-Андерсон. Представени са основните характеристики и особености на магнитудните скали. В хронологичен ред са описани най-често прилаганите в сеизмологичната практика магнитудни скали:

Локален магнитуд M_L (Рихтеров магнитуд), определен по максималната амплитуда на записа, която при близки земетресения (на епицентрални разстояния до 100 км) или е в S-вълната, или е в късо-периодните повърхностни вълни.

Магнитуд по обемни вълни m_b (Gutenberg, 1945; Gutenberg, Richter, 1956) – определени по късо-периодни Р-вълни, прилаган в международните сеизмологични центрове – ISC, NEIS за магнитудна оценка на земетресения на телесеизмични разстояния.

Магнитуд по повърхностни вълни M_S (Gutenberg, 1945), определен от максималната амплитуда на дълго-периодни (с период $T \sim 20s$) повърхностни вълни на Rayleigh.

Магнитуд по сеизмичен момент M_w (Kanamori, 1977; Hanks, Kanamori, 1979), оценен от сеизмичният момент M_0 .

Разгледани са причините, поради които за дадено земетресение могат да съществуват различни магнитудни стойности, оценени по различни магнитудни скали. Посочена е

сложността на процеса при генериране на земетресенията в средата. Представени са различните методологии, прилагани при определяне на магнитудите в съществуващите международни сеизмологични центрове и като следствие на това – разликата в магнитудните оценки на събитията.

Интензивността на земетресенията е функция от магнитуд, хипоцентралната дълбочина и епицентралното разстояние от източника до въздействаната територия. Тя е интегрален, неинструментален показател за въздействията от земетресения върху хора, сграден фонд и природа.

В разработката са посочени, прилаганите макросеизмични скали (градиране на ефектите по степени на интензивност) в Европа от създаването им (1873 г.) до настоящия момент. Направено е сравнение между най-често използваните скали в световната практика, както са посочени предимствата и недостатъците им.

Направен е обзор на прилаганите оценки на магнитуда и макросеизмичната интензивност в българската сеизмологична практика. Разгледан е период, обхващащ времето преди 1900 година (пред-инструментален); от 1900 до 1970 г. (ранно-инструментален; след 1970 г. – инструментален. След 1981 г. се създава НОТССИ (аналогов тип сеизмологична информация), която е модернизирана през 2005 г. - цифров тип сеизмологична информация, осигуряваща качествени данни за локални и регионални земетресения.

Втора (2) глава на труда описва входните данни и приложеният статистически апарат.

- в първия етап са сравнени магнитудните оценки, прилагани в НОТССИ с тези от европейския сеизмологичен център (CSEM) и националните центрове на съседни балкански държави. Генерираният файл съдържа 372 плитки земетресения, генерирани в пространствен прозорец: 40.0° - 44.5° N; 21.0° — 29.0° E, реализирани между 2007 г. и 2011 г. в магнитуден интервал $3.0 \leq M_p \leq 5.4$. В този период магнитудът, определен в НОТССИ (SOF) е по максимални отклонения в Р-вълната. Използваните данни от CSEM и съседните балкански държави с оценки на M_L магнитуд са общо 315, подробно посочени в дисертационния труд;
- във втория етап е генериран файл от 1479 събития, локализирани в пространствен прозорец 40.0° - 44.0° N; 20.0° – 29.0 за времеви период: 1981 – 2015 г. Въз основа на този файл докторантката дава отговор на втората задача от изследването: сравнение на магнитудните оценки, прилагани в НОТССИ – M_d , M_p и оценки по най-често прилаганите магнитудни скали в международните сеизмологични центрове – ISC, USGS и CSEM;
- в третият етап е генериран файл от общо 77 събития. Целта на младия учен е решаване на третата задача: извеждане на релация $M_W = M_W(I_0/I_{max})$. Оценките на M_W са от каталозите на ISC, USGS и CSEM. I_0/I_{max} стойности

са основно от макросейсмичната информация в НОТССИ, определена по МШК-64 и допълнена от тази на международните сеизмологични центрове с оценки по EMS-98. Пространственият прозорец е с координати $39.0^{\circ} - 45.0^{\circ}\text{N}$; $20,0^{\circ} - 30,0^{\circ}\text{E}$ и магнитудните оценки по M_W над 4.0 за времеви период 1912 – 2017 г. Поделен е в два файла: първият, съдържащ 34 земетресения с параметри посочени в изследването и вторият с 43 събития с магнитуди M_d / M_r , трансформирани в M_W по предварително изведени релации, генерирани в и в близост до територията на България във времевия прозорец 1981 – 2016 г. Двата файла са в магнитуден интервал $3.9 \leq M_W \leq 7.1$. Наложено е е изискване $I_{\max}$ да бъде отчетена на епицентрални разстояния до 20 km, така че да бъде изпълнено: $I_0 = I_i = I_{\max}$.

В проведеното изследване е приложен регресионен анализ. За определяне на релациите между различните магнитудни скали е приложен линеен модел:

$$M_1 = a + b M_2$$

Коефициентите на регресията са оценени по метода на най-малките квадрати и метода на ортогоналната регресия

В трета (3) глава са представени резултатите от сравнение на магнитудните оценки, прилагани в практиката на НОТССИ – M_d и M_r с оценките на национални и международни сеизмологични центрове.

Сравнението на магнитудните оценки (M_r), на българския сеизмологичен център, с оценките M_L на Европейския Сеизмологичен Център (EMSC) и националните центрове в съседните балкански страни (Румъния – BUC; Гърция – THE и NOA; Сърбия - BEO, Македония - SKO и Турция – KAN) показва, че:

- най-близки до магнитудните оценки M_L на EMSC са оценките M_r на българския сеизмологичен център и M_L оценките на KAN (Турция);
- оценките M_r на българския сеизмологичен център са сравнително близки до M_L оценките на националния център на Гърция – NOA,
- M_L оценките на BUC (Румъния) и THE (Гърция) са по-високи от оценките M_r на българския сеизмологичен център, а M_L оценките на SKO (Македония) и BEO (Сърбия) са сравнително по-ниски.
- Изведени са и релации между магнитудните оценки, прилагани в рутинната практика на НОТССИ (M_r и M_d), и m_b и M_L на международните сеизмологични центрове: ISC, USGS и EMSC. Установена е:
- значителна позитивна корелационната зависимост (с корелационни коефициенти, съответно $R = 0.5$ и $R = 0.56$) между оценките M_d на българския сеизмологичен център и m_b оценките на USGS/NEIC и ISC;

- силна корелационна зависимост (с корелационен коефициент $R=0.8$) между M_L на EMSC и M_P оценките на българския сеизмологичен център.

В четвърта глава (4) са изведени релации $M_W=M_W(I_0/I_{max})$, на базата на файл с данни, включващ 77 земетресения в магнитуден интервал $3.9 \leq M_W \leq 7.1$, реализирани в пространствен прозорец $39.0^\circ - 45.0^\circ N$; $20.0^\circ - 30.0^\circ E$ и времеви период 1912–2017 г. Получената много силна корелационна зависимост (с корелационен коефициент $R=0.91$), между магнитуд по сеизмичен момент M_W и макросеизмична интензивност I_0 EMS-98, дава възможност за оценяване на M_W за исторически земетресения, реализирани преди 1900 г и събития от ранно инструментален период, за които съществува само оценка на макросеизмичната интензивност.

Считам, че получените научно-приложни приноси, представени от докторантката, асистент Мария Попова, в 3 точки, вярно отразяват основните постижения в разработения дисертационен труд.

Важен научен принос в настоящия труд е изведената релация между основните динамични параметри на земетресенията – магнитуд (приложен в разработката по сеизмичен момент - M_W) и макросеизмична интензивност (I_0). Интензивността оценка трябва да се разглежда не само в контекста на регионалните сеизмични проучвания, но и като важен елемент от земетръсните каталози и прогностични сеизмични сценарии. Изведената релация дава възможност за хомогенизиране на магнитудните оценки и създаване на хомогенизиран каталог, осигуряващ надеждна оценка на енергетичното разпределение на земетресенията, което е от съществено значение в сеизмологичните изследвания за надеждна оценка на сеизмичната опасност.

Резултатите от представения дисертационен труд са приложими при научни изследвания и решаването на приложни задачи.

Публикации по дисертацията и автореферата:

- Резултати и части от дисертационния труд са публикувани в 3 работи. В две от тях дисертантът е водещ;
- Докторантката е докладвала получените резултати на национални и международни форуми.

Литературният списък съдържа 87 български и чужди автори.

Цялостната научна дейност на асистент Мария Попова я представя като един продуктивен научен работник, извършващ с необходимата компетентност научни изследвания в областта на сеизмологията.

Заклучение

Дисертационният труд съдържа необходимите научни и научно-приложни приноси и отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, Правилника за приложението му и Правилника за прилагане на ЗРАС в НИГТГ-БАН.

Предлагам на уважаемото научно жури да гласува за присъждане на образователната и научна степен „доктор“, по специалност „Сеизмология и вътрешен строеж на Земята“, на асистент Мария Любомирова Попова, редовен докторант към Департамент „Сеизмология“ на НИГТГ-БАН.

Дата: 20.12.2017 г.

С уважение:.....

Доц. д-р Ирена Александрова