

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд на Мария Любомирова Попова на тема
**„Магнитудни оценки на съвременна и историческа сеизмичност
за България и околните земи”,**

представен за присъждане на образователната и научна степен

„Доктор” на автора на труда по научната специалност

„Сеизмология и вътрешен строеж на Земята“

Рецензент проф. дфн Петър Я. Ставрев

Рецензията е възложена с Решение на първото заседание от 27.10.2017 г. на Научното жури, утвърдено със Заповед № 01-227/20.10.2017 г. на Директора на НИГГГ-БАН. Съобразена е с ПП на ЗРАСРБ, действащите в БАН условия и ред за придобиване на ОНС „доктор” и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ в НИГГГ.

1. Кратки бележки от професионалната биография на докторантката

Мария Любомирова Попова е зачислена в началото на 2013 г. като редовен докторант по научна специалност „Сеизмология и вътрешен строеж на Земята“ към НИГГГ-БАН, Департамент „Сеизмология”, с научен ръководител чл.-кор Димчо Солаков. Висше образование получава в Минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски”, където през 2006 г. записва специалността Приложна геофизика. В редовния курс на обучение придобива последователно образователно-квалификационната степен (ОКС) „бакалавър” през 2010 г. по същата специалност с квалификация „инженер-геофизик”, а през 2012 г. се дипломира по ОКС „магистър” с квалификация по проучвателна геофизика. Разработва и защитава с много добър успех дипломна работа на тема „Сравнение на магнитудните оценки в Българския Сеизмологичен Център с оценките на регионални и национални центрове”. Междувременно, от 2011 г., е назначена на длъжност геофизик в НИГГГ-БАН, където е включена в дейностите по обработка и интерпретация на сеизмични данни.

Полученото специализирано геофизично образование на ниво магистър, характерът на дипломната ѝ работа и досегашната нейна изследователска и практическа дейност в Департамента по Сеизмология са в много добро съответствие с тематиката на рецензираната дисертация.

2. Обща характеристика на дисертационния труд

Представеният от докторантката Мария Попова труд е в областта на раздела от сеизмологията, в който се изследват енергетичните характеристики на земетръсните източници и на възбудените от тях сеизмични вълни в земната

вътрешност и на повърхността. Изследванията в общ план се основават на данните от физическите наблюдения за кинематиката и динамиката на земетръсните явления. В дисертационния труд е привлечен голям обем информация относно сеизмологични данни от инструментални и не-инструментални наблюдения, от прилагани методи и получени резултати за оценка на магнитуда на едно земетресение и връзката му с макросеизмичната интензивност. Извършеният числен анализ на данните от региона на Балканите позволява да се направят заключения по състоянието на проблема и да се приложи една осъвременена насока на изследванията по създаването на хомогенизиран каталог на земетресенията. Това е назряла актуална задача пред сеизмологичните изследвания в България с важно научно и практическо значение.

За постигането на основната цел на изследванията, в труда са формулирани и осъществени решения на три основни задачи: (а) Събиране и анализ на данните за магнитудните оценки относно близки за България земетресения (до 150 km извън границата) по M_R от българския сеизмологичен център (SOF) с оценките по M_L от Европейския сеизмологичен център (EMSC) и от националните сеизмологични центрове на Румъния, Гърция, Сърбия, Македония и Турция; (б) Числено извеждане на релации между магнитудните оценки, включително от международните сеизмологични центрове ISC, USGS и EMSC; (в) Изследване на релации между магнитудни оценки M_w по сеизмичен момент с оценките на макросеизмичната интензивност I_0 , I_{max} .

Изложението по съдържанието на дисертацията поддържа традиционната последователност с представяне след въведението на основни положения от теорията, методите и практиката на сеизмоложките изследвания, обзор на резултати по съвременното състояние на проблема за съществуването на различия в магнитудните оценки от различни изследователски центрове на едни и същи земетръсни събития, представяне на базата данни, по която е проведено изследването, статистически апарат, основни резултати, заключение, литература и научни приноси. В цялост трудът е представен на 112 страници компютърно обработен текст, включително 28 фигури и едно Приложение от 4 Таблици, списък на 87 цитирани заглавия от печатни публикации на статии в списания, от доклади в сборници на научни сесии, от ведомствени фондове, както и от интернет сайтове. Трудът се придружава в отделен книжен том от Автореферат, съгласно изискванията.

3. Анализ и оценки по съдържанието на труда

Трудът е развит от докторантката последователно в четири главни раздела.

В първия от тях се разглеждат динамичните характеристики на едно земетресение. Прави се необходимият обзор на развитието и съвременното

състояние относно формирането на основните понятия и величини при наблюдение, описване, анализ и оценки на земетръсното природно явление. Тук оправдано вниманието е спряно в детайли на понятието магнитуд. Дадени са оригиналните начални формули на Ч. Рихтер с условията за определяне на локален магнитуд M_L и формирането на относителна логаритмична магнитудна скала за оценка силата на близки земетресения. Подчертава се, че оценката цели характеризиране на земетръсния източник. За целта се изисква отчитане на ред физически фактори, а също и на геоструктурни и технически такива, чрез експериментално определяне и въвеждане на калибровъчна функция и станционни поправки. Проявяващите се така особености в характера на съвременните магнитудни скали са представени подробно от докторантката в осем основни положения. Отбелязани са най-често прилаганите магнитудни скали по M_L , по обемни вълни M_B , по повърхностни вълни M_S и по сеизмичен момент M_W в съставената Таблица I.1 и в приложен към текста списък. Направен е анализ на положителните свойства и на „недостатъците“ на предлаганите скали със заключението за неуспешни до сега опити да се въведе една стандартна магнитудна скала.

Изводът от гореизложеното несъмнено е в подкрепа на предпоставената теза в труда на докторантката относно необходимостта от продължаване на изследванията в търсене на възможности за получаване на по-преки еднородни оценки за енергията на земетръсния източник от наблюдателния инструментален и неинструментален сеизмологичен материал.

В тази връзка докторантката с нужното внимание и пълнота представя обзор на основните понятия, величини и методи по оценките на макросеизмичната интензивност и съответните скали в подраздела I.2. Проследено е развитието на идеите за описание и градиране на сеизмичния ефект, съгласно показанията на четири групи сензори. Представени са нагледно най-често прилаганите макросеизмични скали и сравнителният анализ на техните качества.

В заключителния подраздел I.3 на обзора докторантката разглежда прилаганите в българската сеизмологична практика оценки на магнитуд и макросеизмична интензивност. Запознала се е в детайли и е отразила възприетото поделение на дейностите в три времеви етапа – преди 1900 г., от 1900 до 1970 г. и след 1970 г., с ползваните формули, скали, точност на определяне на земетръсните параметри, организация на наблюденията, развитие на мрежата сеизмични станции и НОТССИ.

Смятам, че първият главен раздел на труда съдържа необходимите в образователен аспект специални познания от страна на докторантката, като основа за развиване на изследванията по темата на дисертацията.

Вторият главен раздел представя важния момент от изследванията, свързан с формирането на база сеизмологични данни за решаване на поставените задачи. Съществуващите различия във вида магнитудни оценки, във времените интервали на изследваните събития и средствата за наблюдение са отчетени в труда с подходящ подбор на извадки и групиране в три части на проведеното поетапно изследване. На първия етап са привлечени 372 данни за магнитудните оценки M_R от НОТССИ (SOF-НИГГГ) в периода 2007-2011 г. с наличните оценки M_L от европейския сеизмологичен център EMSC(CSEM) и от националните центрове на съседните балкански страни Румъния (BUC), Гърция (THE) и (NOA), Турция (KAN), Македония (SKO) и Сърбия (BEO), общо 1226 външни оценки от 7 центрове срещу 372те вътрешни от SOF. Външните оценки са от 88 до 315 на брой, като най-много са съпоставените данни с тези от EMSC (315) и от THE (299), което осигурява добро качество на корелационния анализ. Вторият етап подготвя извеждане на връзките между практикуваните у нас магнитудни оценки M_R и M_d и оценките M_L , M_s и m_b от международните центрове ISC, USGS/NEIC и EMSC(CSEM) по извадка за 1479 земетръсни събития в центриран за България прозорец $\sim 500 \times 600$ km за интервал 1981-2015 г. с обхват на магнитудния интервал от 3 до 7 по M_L . Третият етап включва привличане на данни за макросеизмичната интензивност и съпоставянето им с магнитудни оценки M_W по сеизмичен момент, общо 97 оценки за период от 1912 до 2017 г., взети от международни каталози за събития в центриран прозорец $\sim 700 \times 800$ km. Епицентралната интензивност I_0 и максималната интензивност I_{max} са взети от информацията в НОТССИ по възприетата макросеизмичната скала MSK.

Събраните данни от инструментални и от неинструментални сеизмологични наблюдения задоволяват по своя обем и разновидност получаването на обективна представа за качеството на извършваните магнитудни оценки на земетресенията с епицентри в изследвания регион на Балканите. За това допринася и приложеният статистически апарат за линеен регресионен анализ, даден накратко в подраздел II.2. Използвани са два известни метода – класическият метод на най-малките квадрати (МНК) и методът на ортогонална регресия (МОР). Предполагам, че изчисленията за уравненията на правата на регресия и на коефициента на корелация са извършени с помощта на известен стандартен алгоритъм и софтуер.

Сравнителните анализи на събраните от докторантката сеизмологични данни са представени в резултативната трета част на труда. Тук на първо място са дадени резултатите от сравнението на магнитудните оценки M_L на Европейския сеизмологичен център с оценките M_R на SOF и M_L на другите национални центрове от Балканските страни. Приложен е метод МНК с илюстрация на

корелационното поле и правата с уравнение на линейната връзка, в която оценките M_L на EMSC(CSEM) се третират формално в зависимост от оценките на националните центрове. И в седемте случая се установяват различия по статистическа близост на оценките и дисперсия. Отделно е изследвана съпоставката на оценките от SOF с тези на другите балкански центрове по отношение на големината и знака на разликите в магнитудния интервал на данните. Коментарите на докторантката за конкретните резултати от тези повече от десет случая би било полезно да се представят също и в една компактна таблична форма.

Във втората част на третия раздел е дадено подобно сравняване на магнитудните оценки M_d и M_r от HOTССИ с оценките M_L и m_b на международните центрове ISC, USGS/NEIC и EMSC(CSEM) по базата данни в Таблица II.2 на дисертацията. Приложени са и двата метода, МНК и МОР. Установени са значими връзки съгласно модела на линейна регресия при видими различия в наклона на правите през корелационното поле, но с близки дисперсии. Резултатите от проведения сравнителен анализ заслужават освен текстово и графично, също така и таблично представяне за да се улесни едно тълкуване относно различията в уравненията по двата метода.

Четвъртият главен раздел на дисертацията е посветен на методите за извеждане на магнитудни оценки с ползване на макросеизмична интензивност. След едно повтаряне в резюме на формираните и използваните за България емпирични уравнения от първата част на труда, тук се привличат за анализ конкретни данни от ранния инструментален времеви период от 1912 г. до 1969 г. и от инструменталния период за 1978 - 2017 г., с извадка от 14+20, общо 34 събития в Таблица II.3а с ползване на оценки за магнитуд по сеизмичен момент от международните центрове. Малкият брой събития е допълнен находчиво от още 45 регистрирани инструментално за периода 1981-2016 г. събития в Таблица II.3б с трансформирани оценки по данни от HOTССИ. На тази основа са изведени по МНК и МОР линейни релации между макросеизмична интензивност и магнитуд по сеизмичен момент. Връзката е с висок коефициент на корелация, над 0.9, при една характерна понастоящем за магнитудните оценки в региона дисперсия.

4. Характер на приносите в дисертационния труд

Докторантката Мария Попова заявява три основни приноса в дисертационния си труд. Те са от методичен и фактологичен опознавателен характер с научно и практическо значение в сферата на приложната сеизмология. Изследвани са статистическите връзки между магнитудните оценки на земетресенията, определяни по различни начини, респективно по различни формули, съдържащи измервани прояви по инструментални записи на

обемни и/или повърхностни земетръсни вълни и наблюдавана макросеизмична интензивност на въздействията. Първият принос се заключава в установяване с модела на линейна регресия на статистическата близост на оценките M_r на българския сеизмологичен център и локалните оценки M_L на Европейския център. Отделно се установяват статистическите връзки между оценките на Европейския център и оценките на всеки от сеизмологичните центрове на 5те балкански страни спрямо M_L . Намерено е, че най-голяма близост съществува между оценките на българския и европейския център. На второ място са изведени релациите между оценките M_r и M_d от НОТССИ спрямо оценките m_b и M_L на три международни сеизмологични центрове ISC, USGS и EMSC. Установена е значителна и силна по корелационен коефициент линейна връзка между изследваните извадки на магнитудни оценки. Третият принос се състои в разкриването на много силна линейна корелация с коефициент 0.91 между магнитуд по сеизмичен момент M_w и макросеизмичната интензивност I по изследваната извадка от 77 земетръсни прояви с епицентри на територията на България и околните земи в периода 1912 - 2017 г. Този резултат насочва изследователските търсения към постигане на повишена еднородност на магнитудните оценки. Тук трябва да се прибави и приносът на докторантката по създаването на базата сравнителни сеизмолжки данни, която позволява нататъшно разширяване и удължаване за целите на продължаващи изследвания по актуалната тема.

5. Публикации по труда, личен принос и друга научна дейност

По анализирания по-горе съдържание на труда докторантката представя списък на три публикации, от които една е самостоятелна и две са колективни. От последните, в една тя е първи автор от четирима, а в другата е пети от петима. Самостоятелната статия е под печат в Българското геофизично списание. Колективните публикации са в сборници на трудове на конференции с международно участие у нас през 2015 и 2016 години. Те показват несъмнения личен принос на докторантката в представеното научно изследване и своевременното разгласяване на постигнатото.

Дисертационният труд и Авторефератът към него, който придобива статута на публикация, са написани на много добър език в лаконичен стил. На места са допуснати ненужни повторения на някои номерирани формули и текст. Четирите таблици с данни към Приложенията, общо 41 страници, са номерирани, но е пропуснато да се надпишат. Тези кратки бележки по оформянето на труда са с препоръчителен характер без да намаляват общата ми положителна оценка.

Освен в отбелязаните публикации Мария Попова е привлечена за съавтор и в три доклада с близка сеизмолжка тематика. Два от докладите са представени извън страната - на 35-то Общо събрание на Европейската сеизмолжка комисия,

2016 г., в Италия, и на 8-ия Конгрес на Балканската геофизична асоциация (BGS), 2015 г. в Гърция. Участие има и в два научни форума на EGU през 2014 и 2015 години във Виена.

Докторантката е включена в изпълнението на седем колективни проекти по регистрация, анализ, обработка и интерпретация на сеизмологична информация за територията на страната и за отделни обекти, сред които АЕЦ Козлодуй, Провадия, Българската антарктическа база и други.

Тя е преминала програмата за мултидисциплинарно обучение на докторанти в БАН. Взела е сертификати за успешно завършване на специализирани курсове по ГИС, Базов ГИС настолен софтуер, Анализ на ландшафтните промени от дистанционни изследвания и ГИС, Наблюдателни системи, MS WORD и Английски (B1).

Прибавям тук и отличните ми впечатления за докторантката Мария Попова като неин преподавател по дисциплини от бакалавърския и магистърския курс в профилиращата катедра по Приложна геофизика на МГУ. Тя беше редовен студент с проявен сериозен интерес към геофизиката и показан много добър успех от изпити и дипломиране.

6. Заключение

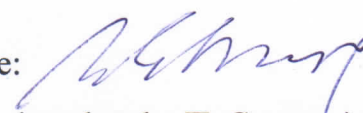
Отбелязаните по-горе съдържание, актуалност на тематиката и научни приноси в представения дисертационен труд ми дават основание да оценя труда на докторантката като едно много полезно и перспективно научно изследване. Намирам, че дисертацията отговаря на изискванията за развитие на академичния състав, съгласно Закона и Правилниците за приложението му в БАН и НИГТГ.

Предлагам почитаемото Научно жури да гласува за присъждане на автора на труда Мария Любомирова Попова образователната и научна степен „Доктор” по професионално направление 4.4 Науки за Земята, специалност „Сеизмология и вътрешен строеж на Земята”.

04.12.2017 г.

София

С уважение:


(проф. дфн П. Ставрев)