

РЕЦЕНЗИЯ

от: доц. д-р Ирена Александрова

Относно: дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“ по научната специалност „Сеизмология и вътрешен строеж на Земята“, професионално направление 4.4. „Науки за Земята“, на тема “Характеристики на фор-афтьршокова и роев тип активност за територията на България и околностите”, представена от Пламена Георгиева Райкова, асистент към департамент “Сеизмология” на НИГГ-БАН

Настоящата рецензия е изготвена на основание на решение от Първото заседание на Научно жури, утвърдено със заповед № 01-44 от 28. 02. 2017 г. на Директора на НИГГ-БАН, състояло се на 10. 03. 2017 г.

Познавам Пламена Райкова от 2009 година, когато по време на следването си в СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, постъпи на работа в департамент Сеизмология към НИГГГ. През 2013 г. завърши образованието си с отличен успех и защити дипломна работа на тема „Афтьршокова активност след земетресението от 22 май 2012 г.“. През същата година последва зачисляването ѝ в редовна докторантура с научен ръководител член кор. дфн. Димо Солаков и научен консултант доц. д-р Стела Симеонова. От 2016, след успешно издържан конкурс, заема академична длъжност „асистент“. От постъпването си в НИГГГ и до сега, Пламена Райкова е част от дежурният екип в НОТССИ. С отлични впечатления съм от успешното ѝ развитие от техник до асистент и формирането ѝ като много добър сеизмолог. Представният дисертационен труд безспорно показва целенасочените ѝ научни интереси в областта на физико-механичните процеси в земетръсните огнища, важен елемент от сеизмологичните изследвания в департамент „Сеизмология“ към НИГГГ.

Характеристика на дисертационния труд: Предоставеният труд на докторантката Пламена Райкова е в областта на приложната сеизмология. Дисертацията съдържа актуални научни изследвания върху изяви и разпознаваеми клъстери от земетресения: фор-афтьршокови поредици и сеизмични роеве. Направен е обзор върху пространствено-времето разпределение на фор-афтьршоковата активност и роев тип сеизмичност. Представени са входните данни, приложените методи и статистическият апарат за изследване пространствено-времето разпределение при трите типа сеизмичност. Направен е спектрален анализ на обемни сеизмични вълни и е приложена методика за оценка на огнищните параметри на земетръсните източници.

Цели и задачи на дисертационния труд: Основната цел на автора е изследване и анализ на пространствено-времето и спектрални характеристики на трите времеви групи: фор-афтьршокови поредици и сеизмични роеве, реализирани на територията на България и близките околности. Задачите включват в последователност обзор на прилаганите в световната практика методи; формиране на база данни от трите типа клъстери, генерирани на територията на България и близките околности; анализ на

пространствено-времевите и спектралните особености, установени при трите типа времеви групи.

Структура на дисертационния труд: Изложеният труд се състои от въведение, 5 глави, заключение, литература, приноси и списъци на публикации и доклади по темата на дисертацията в обем от 154 стр., 73 фигури и 13 таблици. Работата е със стандартна и не нарушена структура.

Изпълнение по съдържанието на разработката:

В първа (1) глава на труда са разгледани и обобщени разработки, свързани с пространствено-времево разпределение на фор-афтьршокова и роев тип сеизмичност.

Детайлно са представени изследвания на форшоковата активност (такива като работите на Jones, 1984; Jones and Molnar, 1979; Papadopoulos et al., 2010 и др) за разпознаване на този сеизмичен клъстер, реализиран преди главното земетресение. Посочени са лабораторни експерименти и разработени модели (Mogi, 1963; e.g., Jones and Molnar, 1979; Kanamori, 1981), обясняващи влиянието на нееднородната среда върху форшоковата активност. Според изследванията разпределението на напреженията и процеса на разкъсване по сеизмогенната структура, определят пространственото разпределение на този тип поредица.

Пространственото разпределение на афтьршоковата активност е представено чрез разработките на Omori (1894); Wilson, 1936; Ishimoto, 1937; Eneva and Pavlis 1988, 1990; Solakov, Simeonova (2001) и др. Показано е разнообразието в пространственото разпределение на афтьршоковите поредици. Различието им при отделните земетресения дава информация за физико-механичните характеристики в хипоцентъра на събитието.

Посочено е пространственото разпределение на роевият тип сеизмичност (група събития, с относително сходен магнитуд, близки по време и пространство) и области, характеризиращи се с генериране на тази сеизмична активност (Credner, 1876; Mogi, 1963 и др.).

Докторантката е представила изследвания на редица автори и методологии за оценка разпределението на форшокова активност във времето. Анализирани са трудностите при създаване на емпиричен закон, описващ времевото разпределение на форшоковите събития, поради малкия брой събития или липсата на такива. Разгледани са изследвания, посочващи вариации в стойността на параметъра b (от закона на Гутемберг и Рихтер, приложен за форшоковата активност), които са използвани за предсказване на силни земетресения в Китай. Установено е намаляване стойността на този показател десет дни преди реализиране на земетресението в Лакуила, Италия през 2009 г. Посочена е необходимостта от изследвания върху достатъчен брой форшокови събития, предхождащи умерени или силни земетресения за да може да се установи

стойността на параметъра b и да се определи вида на магнитудно-честотното разпределение.

Разгледана е модифицираната формула на Omori, според която, афтершоковите събития затихват във времето по обратен степенен закон. Това е един от малкото установени емпирични закони в сеизмологията. Основният параметър p , определящ затихването на афтершоковата поредица във времето, зависи от физичните свойства на средата, хетерогенността ѝ и разпределението на напреженията в нея. Информативен е за механизма на релаксация на напреженията и за физико-механичните свойства на средата (Mikumo and Miatake, 1979; Dieterich, 1988). Посочени са установените стойности на p за България (Simeonova, Solakov, 1999), вариращи от 0.64 до 1.18 със средно 0.94.

Основавайки се на изследвания (Contadakis and Aseriadis, 2001; Hainzl and Fischer, 2002 и др.) върху механизма на сеизмичните роеве, авторката е коментирала причините за появата им. Като такива са отбелязани: освобождаване на натрупаното напрежение в разломна структура; движение на течности в разломните зони; движение на магма в дигите на активни вулкани. Липсата на главно събитие и преобладаващо слаби събития, предполага високи стойности на параметъра b от закона на Гутенберг и Рихтер.

Втора (2) глава на труда е отредена на използваните входни данни и приложената методика за изследване на пространствено – времевото разпределение на форшоковата и роев тип сеизмичност. Изследването обхваща форшокова и афтершокова активност на умерено силни земетресения в магнитудния интервал от 4.5 до 5.6, реализирана през периода от 2002 г. до 2012 г. и роев тип сеизмичност за период 1997 – 2015 г. Основни източник на информация за земетресенията са данни от Националната Оперативна Телеметрична Система за Сеизмологична Информация (НОТССИ). Унифицирана и хомогенна каталожна информация съществува от 1980 г., а основните кинематични параметри на земетресенията, след тази година, са определени чрез компютърна програма, разработена от Солаков (1993). Представен е и приложеният в изследването статистически апарат.

Разпределението във времето на форшоковите поредици е представено чрез статистическо разпределение (по часове), като за серията от 12.05.2008 г., разпределението на сеизмичните събития е представено и по месеци.

За оценка на разпределението на афтершоковите поредици във времето докторантката е приложила разработен програмен пакет на PASKAL (Солаков, 2010).

Оценка на параметрите на роевия тип сеизмичност е извършена чрез прилагане на релации на Гутенберг и Рихтер за период 1997 – 1999 г. Приложени са два метода за оценка на параметъра b на магнитудно-честотната зависимост: метода на най-малките квадрати (МНК) и метода на максималното правдоподобие (ММП) (Utsu, 1965; Aki, 1965).

В трета (3) глава авторът е представил създадените от него пространствено и времево разпределение на трите типа сеизмична активност.

Разгледано е пространственото разпределение на форшоковата група предхождаща земетресението от 24.05.2009 г. с $M_w=5.3$. Отбелязан е фактът, че събитията се групират между три разломни структури в сравнително малка зона. Очертават разломната структура, по която ще се генерират основното земетресение и най-силните събития от последвалата афтершокова поредица.

Представено е пространственото разпределение на афтершоковите събития за различни времеви интервали на 5 земетресения, реализирани от 2002 до 2012 г. Посочени са особеностите в пространствената картина на афтершоковата активност – групиране по разломни структури, относително малка област на максималните и слаби афтершокови събития, която нараства с времето и намаляване на магнитуда.

За изследване на роевият тип сеизмичност в пространството, докторантката се спира на 578 събития с M_r от 1.0 до 4.1, реализирани от 1997 до 2014 г. При два, от изследваните три роя, земетресенията (включително и най-слабите с $M_r < 2.0$) се групират в много малка пространствена област, която не може да се привърже към дефинирана разломна структура. При третия рой събитията се групират, в близост до разпозната разломна структура, а част от най-слабите събития са генерирани по самата структура.

В изследването са разгледани времевото разпределение на форшоковите активности на две земетресения – това от 12.05.2008 г, генерирано в района на гр. Стражица и събитието от 24.05.2009 г. реализирано в сеизмична зона Валандово. При анализиранияте форшокови поредици не се наблюдава прогностично сеизмично затишие преди реализацията на главното събитие.

За времевото разпределение на афтершоковите събития са анализирани 5 умерено силни земетресения с $M_w \leq 5.6$, генерирани на територията на България и прилежащите ѝ земи. Направено е честотно-времево и честотно-линеализирано разпределение на афтершоковите събития във времето за различни времеви периоди; с магнитуден праг, без магнитуден праг. Установено е наличие на вторични афтершокови серии.

Времево разпределение на роевият тип сеизмичност е базирано на реализирани три сеизмични роя в периода 1997-1999 г., 2009 г. и 2014 г. Анализирано е времевото разпределение на сеизмичността по години. Установено е бърза активизация (взрив на събития) и бързо затихване на роевата сеизмичност. За роя, реализиран 1997 -1999 г., е проследени времевите вариации на наклона b на магнитудно-честотната зависимост. Резултатите показват изразени вариации на стойността на b с изявена тенденция за нарастване във времето.

В четвърта (4) глава на дисертацията се представят спектрални характеристики, приложените входни данни и методология. Спектърът на сеизмичните вълни дават

информация за огнищните параметри, моментния магнитуд, радиуса на източника, сваленото напрежение и затихването на сеизмичните вълни.

За изследване на спектралните характеристики за фор-афтьршоковите и роев тип сеизмичности, докторантката е приложила методика, следваща модела на Brune (1970). Въз основа на генерираните спектри за Р и S вълни са оценени: сваленото напрежение и радиуса на източника. Използвани за всяко събитие са данни от минимум 5 станции и са направени спектри по Z, N и E – компоненти.

В пета (5) глава авторът прави оценка на спектрални характеристики на фор-афтьршокова и роев тип активност. Изследвани са 35 събития от трите типа сеизмичност. Генерирани са 1160 спектъра за Р и S вълни. Разделът обхваща 44 страници от изложението на дисертационния труд, което показва вниманието, което докторантката отделя на иновативната част (изследванията са първи за сеизмичността на България) от проведеното изследване.

В работата са представени спектри за форшокова серия – главно събитие – афтьршокова серия, генерирани през 2009 г. в сеизмична зона Валандово; главното земетресение от 22 май 2012 г. и афтьршоковата му поредица, генерирано в сеизмична зона София; сеизмични роеве реализирани през 2009 и 2014 г. в сеизмични зони Източни Родопи и Марица. Авторът е представил спектри на най-силните събития от трите типа сеизмичност, генерирани по записите на минимум 5 от близките до епицентъра станции.

Важен елемент в представената дисертация са оценените параметрите на сеизмичния източник за анализираните събития от трите сеизмични групи.

Научните приноси в дисертационния труд съдържат резултати, несъмнено обогатяващи знанията по отношение на разгледаните три типа сеизмични активности.

Докторантката реализира първото за територията на България и околните земи изследване за пространственото разпределение на фор-афтьршокова и роев тип активност. Указани са особеностите във времевото разпределение на разгледаните сеизмични групи, посочващи при форшошовите активности липса на прогностично сеизмично затишие; при афтьршовите поредици се наблюдава бавно затихване и мултиполната активност с продължителност, значително превишаваща очакваната; за роевия тип сеизмичност е установена бърза активизация и рязко затихване. За роя, генериран в период от 1997 до 1999 г. са установени вариации на стойността на b (наклона на магнитудно-честотната зависимост) с изявена тенденция за нарастване във времето.

В настоящия труд за първи път са изследвани спектралните характеристики на разгледаните типове сеизмичност. Чрез програма, базирана на модела на Brune, са оценени параметрите на земетръсното огнище. Установено е, че: най-ниски стойности

на сваленото напрежение са отчетени при роевия тип активност и при форшоковите събития от времевата поредица форшок – главно събитие – афтершок.

Реализираният труд е с висока полезност и може да бъде приложен при извършване на съответните научни изследвания и решаването на приложни задачи.

Считам, че получените научни и научно-приложни приноси, обобщени от автора - ас. Пламена Райкова в 3 точки, вярно отразяват основните постижения в разработеният дисертационен труд.

Публикации по дисертацията

Резултати и части от дисертационния труд са публикувани в 3 работи, една от които е самостоятелна.

Докторантката е докладвала своите резултати по темата на национални и международни форуми.

Литературният списък съдържа над 60 наши и чужди автори.

Заключение

Смятам, че работата на докторантката е на високо научно ниво и напълно отговаря на изискванията за придобиване на образователна и научна степен „доктор“. Цялостната й научна дейност я представя като един продуктивен научен работник, извършващ с необходимата компетентност научни изследвания и приложенията им в областта на сеизмологията.

Предлагам на уважаемото научно жури на ас. Пламена Райкова да се присъди, напълно заслужено, образователната и научна степен „доктор“ по научната специалност „Сеизмология и вътрешен строеж на Земята“.

Дата: 03.05.2017 г.

С уважение:



София

/доц. д-р И. Александрова/