

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационният труд на гл. ас. **Ирена Аспарухова Александрова** на тема „**Моделиране на макросейсмичното поле за територията на България**“, представен за присъждане на образователната и научна степен „**Доктор**“ на автора по научната специалност 01.04.06 „Сейсмология и вътрешен строеж на Земята“

Рецензент проф. дфн Петър Янков Ставрев, външен член на Научното жури

Рецензията е възложена с Решение на първото заседание от 19.12.2014 г. на Научното жури, утвърдено със Заповед № 01-438 от 16.12.2014 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

Гл. ас. Ирена Аспарухова Александрова е зачислена през 2012 г. като докторант със самостоятелна форма на обучение с научни консултанти чл. кор. дфн Д. Солаков и доц. д-р Ст. Симеонова към Департамент „Сейсмология“ на НИГГГ БАН. Тя завършва висше образование през 1989 г. по инженерна геоложка специалност в МГУ „Св. Иван Рилски“. От 1997 г. до 2002 г. работи като асистент, а след това и сега като главен асистент към Департамента по Сейсмология. Трудовият ѝ стаж е общо 32 години, от които 16 протичат в този департамент, където основната ѝ дейност е свързана с обработката и анализа на сейсмологични данни. В това общо направление е и разработеният от нея дисертационен труд по научната специалност „Сейсмология и вътрешен строеж на Земята“.

2. Обща характеристика на дисертационния труд

Представеният от гл. ас. Ирена Александрова труд е в областта на приложната сейсмология. Дисертационният труд съдържа актуални научни изследвания по структурирането, попълването и използването на макросейсмична база данни за територията на България. Докторантката е осъществила моделиране на макросейсмичното поле от земетресения реализирани на наша територия и извън нея. Построени са земетръсни сценарии за крупни населени обекти в условията на различна сеизмотектонска обстановка. Резултатите за прогнозни сценарии са подложени на верификация чрез сравняване с наблюдаваното разпределение на макросейсмичната интензивност.

Темата на дисертацията е разработена с необходимата обосновка в теоретичен, методичен и практически план. Целите и конкретните задачи на труда са сполучливо формулирани и успешно изпълнени в тяхната логична последователност. Те включват: структура и сравнителен анализ на прилаганите

понастоящем макросейзмични скали; състояние на наличната макросейзмична информация във времеви исторически и в териториален обхват; създаване на съответна база данни в ГИС среда; избор на подходящ модел на затихването на земетръсните вълни и съответни формули за изчисляване на макросейзмично поле; разработване на земетръсни сценарии за конкретни обекти в страната и тяхната верификация по реални данни.

Съдържанието на дисертационния труд е представено в три главни раздела, включително въведение, текст и илюстрации по раздели, заключение, научни приноси по преценка на автора, списък на ползвана литература, включени публикации на автора по труда, участие в научни форуми и проекти, приложения към труда. Като цяло представеният труд е изложен на 122 страници компютърно обработен текст, включително 42 фигури, 7 таблици, приложение от 1 таблица и 19 макросейзмични карти, литература от 75 заглавия и 5 статии по дисертационния труд, отделно Автореферат.

3. Анализ и оценки по съдържанието на труда

Първият раздел на труда (I) е посветен на теоретични постановки и известни модели за определяне на макросейзмичната интензивност по качествени и количествени показатели с отчитане затихването на сеизмичните вълни с отдалечаване от източника. Разделът обхваща една трета от изложението на дисертационния труд. Отделеното така място показва вниманието, с което докторантката се отнася към достатъчно подробното представяне на основите, на които следва да постави разработката си по темата на труда.

Разгледани са по-детайлно ползваните два главни модела за определяне на макросейзмичното поле – модела на Кьовешлигети (1907 г.) и модела на Блейк (1941 г.) с отбелязване на модификациите по Шебалин (1974). Дадено е различието в отчитането на затихването от разширението на сеизмичния вълнов фронт и от филтъра на средата на разпространение в честотния спектър на колебанията при двата модела. Докторантката е представила извода на съответните формули за изчисляване на интензивността според дълбочина, магнитуд и епицентрално разстояние, придържайки се към наши литературни източници (Христосков 2007). В труда си прилага формула по Shebalin et al. (1974), възприета у нас за оценка на макросейзмичната интензивност. Отбелязва коректно разработения от Glavcheva et al. (1982, 1983) обобщен модел на макросейзмичното поле за територията на България, ограничен за интензивности равни и по-високи от 7, но усложнен с елиптично затихване и емпирични коефициенти, определени по съвременни и исторически макросейзмични данни от земетресения във и около България.

В труда се представя по-конкретно определянето на стойността на макросейзмичната интензивност, чиято пространствена и времева разпреде-

леност очертава макросеизмичното поле. Вярно са анализирани трудностите за извеждане на тези стойности с отчитане на физическите величини, свързани с пораждането и разпространението на разнообразните земетръсни вълни, заедно с въздействията, които предизвикват върху хората, сградите и съоръженията и околната среда. Разгледано е в исторически план развитието на различните макросеизмични скали и утвърдилите се понастоящем скали с тяхната структура и съдържание. За основна в труда е възприета скалата MSK-64, която се прилага у нас от 1965 г. С необходимите подробности са описани класификациите относно типове сгради и съоръжения, относителните количествени характеристики, категориите повреди и групите засягани обекти. Дадена е макросеизмичната интензивност в 12-степенната скала с описване на ефектите по групи и числени параметри на земните движения (ускорение, скорост и преместване) за пета до десета степен. Докторантката правилно отбелязва известните недостатъци на тази скала заради затруднения в отчитането на съвременното антисеизмично строителство, при оценките за историческите земетръсни събития и ефектите върху околната среда. Към преодоляването на тези проблеми е насочено създаването на анализирани в труда възможности на европейската макросеизмична скала EMS-98, представена в подробности за класификации и степени на макросеизмична интензивност. По подобен начин е представена и новата скала на интензивността ESI 2007 с 12 степени, в която се описват главно ефектите в околната среда, поделени на първични и вторични такива. Същественият извод тук се отнася до възможността новите осъвременени и подобрени скали да се прилагат самостоятелно или съвместно с другите скали, ако съставът на събраните макросеизмични данни по вид, информативност и пълнота удовлетворява изискванията за ефективното им прилагане.

Вторият раздел (II) е посветен по-конкретно на моделирането на сеизмичните въздействия от земетресения с епицентри в България и извън нея. Авторът на труда се спира тук на известното за общите характеристики на сеизмичността получени първоначално само по описателни данни в историчния период на сеизмологичните изследвания в България, а след това от първите години на миналия век с прибавянето на инструментални данни, които понастоящем се осъществяват на високо съвременно ниво от националната система НОТССИ чрез разгърнатата мрежа от сеизмични станции. С оглед задачите на моделирането Ирена Александрова представя параметрите на сеизмичните събития за всяка от шесте отделни сеизмични зони на българска територия относно структурна обстановка, магнитуд, дълбочина, честота и разпространение на макросеизмичните въздействия. От този общ поглед върху обекта на изследване авторката преминава към конкретни нейни и с нейно участие реализации на макросеизмично моделиране.

В дисертационния труд се представя разработена от нея база макросеизмични данни, създадена при изпълнението на трансграничен изследователски проект DACEA. Базата е построена така, че да събира описателна за въздействия и числена за физичните параметри макросеизмична информация за земетръсни събития от всяко земетресение по всяко време и за всяко българско селище. На тази основа по наличните сведения в базата, са построени 19 макросеизмични карти, приложени към дисертацията. За получаване на търсените числени резултати от моделирането е направено по известни формули изчисляване на коефициентите към тях по наблюденията за 5 добре подбрани земетресения в сеизмичните зони Горна Оряховица и София. Интерес представлява тук методичният опит относно стандартната девиация на изведените регресионни коефициенти и точността на оценките за интензивността според място, брой и интензивност на ползваните данни.

Моделиране на макросеизмичното поле на територията на България от земетресения с епицентър извън страната е предприето от авторката на труда относно въздействията от сеизмична зона Вранча. Направена е ревизия и преоценка на значителен обем налична информация от 19-ти и 20-ти век, представена таблично за 22 събития и графично с карти за 7 от най-силните и добре документираните от тях. За описване на затихването в интензивността на колебанията от подкоровите сеизмични източници е предложен оригинален подход за отчитане влиянието на направлението от източника към точката на въздействие. За четири от изследваните земетресения е установена по 2886 наблюдения азимутална зависимост в конфигурацията на макросеизмичното поле. Въведена е азимутална корекция към релацията за изчисляване на интензивността, с което стандартът при определяне на коефициентите на релацията намалява със 7 %. С това е постигнато едно подобрение на макросеизмичния модел на наша територия от вранчански дълбоки земетресения.

В третата част (III) на дисертацията се представят създадени от автора и с негово участие земетръсни сценарии въз основа на базата макросеизмични данни. Лаконично, но достатъчно пълно е дадена постановката на изследването с основните понятия и методи. Приложена е методиката разработена по Европейския проект Risk EU, илюстрирана от блок-схема с елементи входните сеизмоложки, сеизмотектонски и инженер-геоложки данни, операциите по оценка на сеизмичния hazard с извеждане на детерминистичен и вероятностен сценарии, и на изхода - резултати за интензивност и величини на очакваните земни колебания по място и времеви интервали. Получени са така земетръсни сценарии за големите наши градове София, Пловдив и Русе. За всеки от тези обекти е анализиран характерът на регионалната сеизмотектоника, документираните по-силни земетресения и ефектите от тях върху хора, сгради и

съоръжения с отчитане вида земна основа на постройките. Резултатите са представени достатъчно нагледно по степените на оценената макросеизмична интензивност в отделните площи на тези градове. За град София и близката околност е построен макросеизмичен модел с елиптично затихване на интензивността от земетресението на 22 май 2012 г. при гр. Перник, третирано като референтно.

Важен и необходим елемент в представената дисертация са направените верификации в раздела (III.6) на прогнозни сценарии и за трите града. За град Пловдив е продуциран сценарий по референтно земетресение от 10-та MSK степен на 20 km от града с магнитуд 7, съпоставено с известните данни за земетресение със същата интензивност през 1928 г. Установени са разлики в границите на ± 1 единица интензивност и са потърсени причините за тези отклонения. По подобен начин са изследвани за град Русе разликите между сценария по две референтни земетресения от огнище Вранча със затихване по Leydecker (2008) и наблюдаваните макросеизмични ефекти от земетресенията, засегнали града през 1940 г. и 1977 г. Разликите тук са в по-тесни граници, основно ± 0.5 единици интензивност, но на места са по-големи, дължащи по преценка на автора на недостатъчно добро отчитане на почвените условия и качеството на строителството.

Верификацията на прогнозен сценарий за град София е направена по модела на земетресението от 22 май 2012 г. при гр. Перник. Моделът е сравнен с реалните макросеизмични ефекти в града. Тук анализът на разликите е по-подробен с използване и на скалата EMS-98. Преобладават разликите около ± 0.5 интензивност и някъде по-високи. За обясняване на по-големите отклонения авторът установява необходимостта от набавяне на голямо множество от данни за година и тип строителство, етажност, конструкция, настъпили изменения, повреди и други детайли за отделните обекти в големия град. Тя успява да събере представителна информация за един софийски квартал с разнообразно строителство през последните 50 години. В резултат на изследването намира, че прогнозните от степен 6-7 въздействия почти съвпадат с наблюдаваните от степен 6 и 6-7. Направено е така заключението, че прогнозният моделен сценарий за разглеждания обект е надежден, разбира се в рамките на установените разлики интензивност.

4. Характер на приносите в дисертационния труд

Отбелязаните основни резултати в дисертационния труд съдържат научни приноси с несъмнен обогатяващ знанията характер относно елементи от физиката на земетръсните явления и методите за тяхното изучаване с оглед на въздействията върху хората, създадените от тях уязвими обекти и околната среда. Към първия вид приноси, които посочвам, виждам тези по определянето на локални и регионални релации по затихването на сеизмичната интензивност с

разстоянието при зададени параметри на източника, включително и в условията на азимутална зависимост. Вторият вид приноси са тези по осъществяването на моделиране на сеизмичните въздействия и построяване на земетръсни сценарии за оценка на сеизмичната опасност на ред крупни обекти в страната. За целта авторът на труда създава Макросеизмична база данни в ГИС среда, която попълва след ревизия с обработени и цифровани данни за всички документираните земетресения от 19-ти век до сега в България и близката ѝ околност. С това се осигурява цялостен за страната системен запис и съхранение на макросеизмична информация на съвременен технологичен ниво, което е съществен принос към повишаване ефективността на сеизмологичните анализи и на определенията за сеизмичната опасност и риск. Реализираният процес на моделиране на макросеизмичното поле и създаването на земетръсни сценарии съдържа ценен методичен опит, който може да бъде полезен при извършване на съответните научни изследвания и решаването на приложни задачи.

Смятам, че научните и научно-приложни приноси, синтезирани от автора гл. ас. Ирена Александрова в 5 точки, вярно отразяват основните постижения в разработения дисертационен труд.

5. Бележки по представянето на труда

Имам някои бележки относно оформянето на дисертацията. Понастоящем при представянето на научен труд, освен езиковите изисквания, следва да се изпълняват и някои правила засягащи текст, фигури и граматика на физическите уравнения. В дисертацията, за разлика от статиите към нея, не е спазено наложилото се правило символите на физически и математически величини да се записват курсивирани. Например записът 'loge' в уравнение (1.2) създава затруднение в разчитането на величината 'log(e)'. Логаритмичната функция във физическите уравнения е безразмерна величина и следва да има безразмерен аргумент, съгласно правилото на Фурие, но ако е записана с размерен аргумент, примерно дълбочина и/или разстояние, трябва да е указана мерната му единица. Уравненията имат номерация за отправки и избягване на повторения, но е допуснато ненужно повторение на формули и обяснения към тях, примерно за ур. (3.2) равно на ур. (2.7), същото за ур. (3.1) равно на (1.32). Приложенията към дисертацията заслужават повече обяснителен текст. Тези формални бележки не намаляват положителните оценки за съществения резултат в дисертацията, но имат отношение към добрата читаемост на труда.

6. Публикации по дисертацията и автореферат

Общо 5 са публикациите, включени в съдържанието на дисертацията и представени в наши и международни авторитетни научни издания. От колективните статии една е отпечатана в Доклади на БАН през 2014 г., една - в международното списание INFORMATION&SECURITY от 2009 г., два доклада

са публикувани в сборници статии от симпозиум у нас през 1998 г. и от международен уъркшоп в Гърция през 2011 г. Една статия е самостоятелна, подадена в Българско геофизично списание през 2013 г. По брой и съдържание публикациите отговарят на условията в БАН към ОНС докторска дисертация.

Авторефератът, приложен към дисертацията на 40 страници текст, фигури и литература, представя достатъчно сбито основните подходи, методи и резултати относно моделирането на макросеизмичното поле за територията на България. Някои от препоръчителните бележки по-горе важат и за автореферата, който има признат статут на публикация.

7. Научна дейност на докторантката извън дисертационния труд

Освен 5-те публикации по дисертацията Ирена Александрова има съавторско участие в 51 публикации на колективи от сеизмоложката секция на ГФИ и после на департамента по сеизмология към НИИГГГ на БАН. В две от статиите в БГС е първи автор. Общо публикациите включват 35 статии в списания и 15 доклада в трудове на научни конференции за времето от 1992 г. до сега. Между тях и монографията 'Каталог на земетресенията в България 1981-1990 г.'. Цитировките по тези публикации са 78. Ирена Александрова има участие в 9 международни научни форуми и в изпълнението на 7 проекти, свързани с тематика обхващаща тази на дисертацията. Нейната цялостна научна дейност я представя като един продуктивен научен сътрудник, извършващ с необходимата компетентност научни изследвания и техни приложения в областта на сеизмологията.

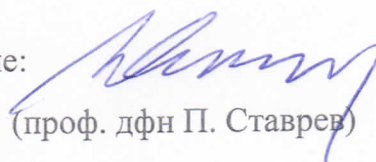
8. Заключение

Отбелязаните по-горе качества на дисертацията и нейния автор ми дават основание да заключа, че както научната така и образователната страна в изискванията за придобиване на ОНС „доктор” са защитени от Ирена Александрова на високо научно ниво. Убедено предлагам почитаемото Научно жури да гласува на гл. ас. Ирена Аспарухова Александрова да се присъди напълно заслужено образователната и научна степен „доктор” по научната специалност 01.04.06 „Сеизмология и вътрешен строеж на Земята“.

25.02.2015 г.

София
stavrev@mgu.bg

С уважение:


(проф. дфн П. Ставрев)