

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационния труд за получаване
на научната и образователна степен "доктор"
по научната специалност 01.02.04 "Механика на деформируемото твърдо тяло"
на гл. ас. инж. Михаела Петрова Кутева-Генчева от Департамент „Сеизмично
инженерство“ на Националния институт по геофизика, геодезия и география при БАН
на тема: **“Моделиране, анализ и оценка сеизмичното въздействие на Вранчанските
земетресения за територията на България”**

Докторантура: Свободна

Консултанти: Доц. д-р Иванка Паскалева (сега проф. д-р ЕПУ, Перник, България)
Проф. Джулиано Панца, Университет на Триест и Международен
център по Теоретична физика, Триест, Италия

Рецензент: проф. д-гн Стефан Боянов Шанов

1. ОБЩО ОПИСАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Рецензираният дисертационен труд за получаване на научната и образователна степен "доктор" съдържа 90 страници, от които 82 страници основен текст, 1 страница Съдържание, 1 стр. списък на публикациите на автора по темата на дисертацията (5 заглавия), 6 страници библиографска справка (118 заглавия на публикации). В текстовата част са включени 38 фигури и 13 бр. таблици. Представен е автореферат в обем от 30 страници.

Целта на изследването е моделиране, анализ и съставянето на прогнозна оценка за очакваното сеизмично натоварване върху сградите, съоръженията и инфраструктурата на територията на България от сеизмичната зона Вранча (Румъния). Изследването се базира на наличната макросеизмична и инструментална информация и приложението на съвременни методи за моделиране на разпространението на сеизмичните вълни в хетерогенна геоложка среда при предварително дефинирани сеизмични сценарии.

Изложението е систематизирано в девет раздела (включително въведението и заключението), в които се разглеждат последователно: анализ на състоянието на изследванията по моделиране на въздействията на Вранчанската сеизмична зона в България, анализ на наличните данни за периода 1983-2009 г., избор на метод за моделиране на сеизмичното натоварване от огнище Вранча, описание на нео-детерминистичната процедура за моделиране на разпространението на сеизмични вълни в хетерогенна геоложка среда, дефиниране на сеизмични сценарии за сеизмичен източник от зона Вранча (параметри на модела за прогнозни оценки), приложение и проверка на избраната нео-детерминистична процедура за дефинираните сценарии и модели. Структурирането на изложението е логично, като най-голяма тежест в дисертацията се пада на 7-ми раздел (22 стр.), след това на 5-ти раздел (15 стр.) и на 2-ри и 3-ти раздели (по 12 стр.). Като територия за практическо сравнение на моделните изследвания с реално записани въздействия е избрана СИ България и по-специално районът на гр. Русе.

Дисертантът обсъжда последователно и задълбочено качеството на изходната информация, теоретичните основи на използваните методи, резултатите от числените

експерименти и проверка на резултатите чрез сравнение с реално регистрирани сеизмични въздействия.

Във въведението се формулират целите на изследването, актуалността и значимостта му за оценка на очакваните сеизмични натоварвания на сградите, съоръженията и инфраструктурата в България от земетресения, които се генерират от огнището във Вранча (Румъния).

Втората част на дисертацията е анализ на състоянието и изследванията върху моделирането на разрушителния потенциал на Вранчанските земетресения в България. Разгледани са източниците на макросеизмична информация и се показва, че всички макросеизмични карти определят въздействията за СИ България от VII степен по скалата МШК-64. Повредени са над 10 000 сгради в района на гр. Русе при земетресението от 04.03.1977 г. ($M_w=7.5$). Прегледът за състоянието на инструменталните данни за земетресения от огнището Вранча показва, че само за него има регистрации в една и съща регистрираща станция за период от 1933 г. до 2008 г. Основните данни са от регистриращите мрежи в Румъния, България и Молдова. Инструменталните данни и данните за разрушенията показват удължаване на основните изосеисти по направление СИ-ЮЗ. В резултат от направените анализи се стига до заключението, че има подобие на спектралните криви за отделните компоненти, независимо от съществените различия в геоложките условия и епицентралните разстояния. С това се показва значителното влияние на кинематиката на сеизмичния източник върху генерираното от него сеизмично натоварване. Оценката на честотния състав на записите показва, че колебанията над 5 Hz имат несъществен принос в хоризонталните движения на почвата, а записите не съдържат практически честоти над 10 Hz. Като цяло, тази информация показва, че изследванията в дисертацията трябва да се насочат към използване на методи, в които отчитането на геомеханичните и геофизичните характеристики на средата се съчетава и с параметрите на фокалния механизъм на земетресението. Като основен извод от този анализ е заключението, че при липса на достатъчно количество записи за територията на България и спецификата на средно дълбоките земетресения от огнище Вранча налагат използването на нетрадиционни подходи за моделиране на земетръсните натоварвания.

Третата част дисертационния труд е посветена на инженерен анализ на данните за разрушенията от силни земетресения, генерирани в огнище Вранча за периода 1983 г. – 2012 г. Това включва: 1) преглед и дефиниция на параметрите, характеризиращи разрушителния потенциал на сеизмичното натоварване; 2) анализ на инструменталните данни от Вранчански земетресения и избор на записи от свободна повърхност. Обработени са 52 компонента – 31 хоризонтални и 21 вертикални от записи в 5 станции от 4 силни земетресения. Стига се до изводите, че при магнитудите $M > 7$ за земетръсното натоварване по-силно е влиянието на характеристиките на сеизмичния източник, отколкото инженерногеоложките условия. При максимуми на спектрите на реагиране $T \geq 1$ s дългопериодните конструкции, сгради и съоръжения са подложени на сериозен сеизмичен риск.

Четвъртата част на дисертацията е посветена на избор на метод за моделиране на сеизмичните натоварвания от огнище Вранча. В нея се анализира изискването от различните нормативни документи и наложеното от инженерната практика решение сеизмичното натоварване да се представя като акселерограма – записана от земетресение в съответния район (или сходен по тектонски и геоложки строеж район) или теоретично генерирана (синтетична акселерограма). Показва се, че съвременната база данни за силни

земни движения в България, както и Европейската база данни не разполагат с необходимото количество данни за локалните геоложки условия. Това налага използването на различни методи за генериране на сеизмични сигнали – статистически, вероятностни и детерминистични. В дисертацията накратко са анализирани основните методи с техните предимства и недостатъци, като по-задълбочено внимание е отделено на вероятностните методи, тъй като те са получили по-широко разпространение в практиката за оценка на сеизмичния риск. Дисертантът избира т.н. **неодетерминистичен подход**, който се основава на принципите на физиката за разпространение на сеизмичните вълни в хетерогенна среда, отчитайки както влиянието на сеизмичното огнище, така и на геоложката среда на разпространение на вълните. Методът е разработен от международен екип от учени под ръководството на проф. Д.Панца от Университета в гр. Триест, Италия и гл.ас. Михаела Кутева-Генчева е част от този екип. В този смисъл, прилагането на метода не е просто взимане на теоретичната база и съответния софтуер, а творчески осмислено изследване в един непрекъснат процес на подобряване на разработваната методика. Основно предимство на метода е възможността за използване на наличните публикувани данни за сеизмичността, сеизмичното огнище и геологията на района на конкретната строителна площадка, без да се изискват специални геоложки проучвания.

В петата част е описана нео-детерминистичната процедура за моделиране на разпространението на сеизмичните вълни в хетерогенна геоложка среда. Представена е теорията на моделирането при условията на свободна земна повърхност и непрекъснатост на преместванията и напреженията в дълбочина. Важен момент в тази теория е моделирането на сеизмичния източник като точка на прекъсване на полето на преместванията и на напреженията в равнината на разломната плоскост. Представени са и методите за решаване на вълновите уравнения. В изследването е използвано моделиране чрез нео-детерминистичен аналитичен метод за генериране на времеви редове, описващи сеизмичното натоварване. Методът е описан подробно, с препратки към различните използвани източници, което приемам като един успешен подход за избягване на прекаленото теоретизиране, когато се представят несобствени изследвания. Но ясно се вижда, че авторът на дисертационния труд е добре теоретично подготвен за творческо прилагане на избрания подход за решаване на конкретни задачи.

В шестата част на дисертацията е представен изборът на сеизмичния сценарий за източник от Вранчанското огнище. Той се основава на препоръката за допустими разрушения от земетресения, залегнали в Еврокод 8: 1) да не се допускат разрушения при 10% вероятност от надвишаване на конкретен параметър от сеизмичното въздействие в рамките на 50 год. или 475 години период на повтаряемост на сеизмичното събитие; 2) да се ограничат разрушенията и запазване на функционалността на сградите при 10% вероятност от надвишаване на дадения параметър на сеизмичното въздействие в рамките на 10 год. (повтаряемост 90 год.). Използвани са данни от наблюденията и публикувани изследвания периода на повтаряемост на силни земетресения за различни дълбочинни интервали на огнището Вранча. Приема се, че максималния правдоподобен магнитуд е 8.1. За сценария за проверка на избрания метод се работи с конкретни земетресения от огнище Вранча, за които има записи, а за прогнозни оценки се използва силно земетресение ($M_w=7.2$) и разрушително земетресение ($M_w=7.8$). Противоречиви са данните за механизмите в огнищната зона, въпреки приетата като преобладаваща ориентировката на разломната плоскост с направление СИ-ЮЗ. Това се използва в следващите стъпки на изследването за вариране на параметрите в разумни граници и намирането на сходимост с реално регистрираните акселерограми на станцията в гр.Русе. Пътят на разпространението

на сеизмичните вълни от огнището до съответната площадка на земната повърхност е комбинация от два структурни хоризонтално наслоени модела – основна скала и локална структура. Избрани са дебелините и скоростните характеристики на средите по публикувани данни. Добро впечатление прави познаването на литостратиграфския профил под гр. Русе и класифицирането на повърхностните инженерногеоложки условия съгласно изискванията на Еврокод 8.

Седмата част на дисертационния труд е ключова, защото в нея практически се показва доколко синтетично изчислените параметри отговарят на реално записаните в станцията гр. Русе. Изчисленията са направени с програмите, разработени от международния екип на факултета „Науки за Земята“ в Университета на Триест и Международния център по теоретична физика в гр. Триест. Изследването е в рамките на съвместен научно-изследователски проект между тези две научни организации и бившата ЦЛСМСИ. В резултат от проведените числени експерименти, в които гл.ас. М.Кутева-Генчева има основно участие, са получени акселерограми, велосиграми и сеизмограми, описващи движението на земната повърхност при разпространение на вълните P-SV и SH.

Както бе казано по-горе, проверката на адекватността на приетия модел и методически подход е направена за записите на станцията в гр. Русе за сигналите с честота 0 – 1 Hz. Сравненията между теоретичните резултати и реалните записи показват сходство, но при хоризонталните компоненти се наблюдават по-високи стойности при теоретичните спектрални амплитуди и по-ниски при вертикалните за земетресението от 1986 г., а за другото контролно земетресение от 1991 г. се получава по-слабо ускорение при теоретичния от реално регистрирания сигнал. Има добро съответствие при формата на спектрите. Параметричният анализ е опит да се отчете влиянието на неточността на изходните данни в модела. Показва се, че напречният компонент е по-чувствителен в сравнение с радиалния и вертикалния компоненти. Най-добро съвпадение между теоретичните и регистрираните сигнали има при напречния компонент. Оказва се, че неточността в определянето на фокалната дълбочина влияе най-силно върху вида на вълновата форма, максималните амплитуди и честотното съдържание на сеизмичния сигнал. Малки промени в модела на основната скала имат несъществено влияние върху генерирания сигнал. Правени са анализи и с промени на локалния структурен модел на площадката на регистрация. Тук промените се отразяват на честотното съдържание на сигнала, което би трябвало да се очаква. Като цяло, в изследването са генерирани 114 акселерограми. Тестовите са категорично доказателство, че реагирането на дадената площадка е силно повлияно от епицентралното разстояние и от честотата на сигнала.

В тази част е направено и прогнозно изследване на динамичния коефициент, основано на изчислените спектри на реагиране на ускоренията при 5% затихване за екстремно земетресение от огнище Вранча. Изследването е за различни площадки в България, за различни епицентрални разстояния и е направено сравнение със сеизмичното натоварване, дефинирано съгласно Еврокод 8. Резултатите са сравними за късите периоди ($0.2 \text{ s} \leq T \leq 1 \text{ s}$). При дългите периоди синтетичните стойности надвишават нормативните.

В осмата част на дисертацията са синтезирани изводите, представени след всяка от анализиранияте по-горе части. Като цяло се показва, че получените прогнозни оценки съответстват на нормативните натоварвания и методът би могъл успешно да се прилага в инженерната практика. Заключение на дисертационния труд е представяне на авторските приноси.

Дисертационният труд попада в обхвата на номенклатурата "Механика на деформируемото твърдо тяло", защото представя поведението на хетерогенна геоложка

среда при преминаването на сеизмични вълни от дефиниран източник (в случая – огнище Вранча) до конкретна площадка (примерът е от станция в гр. Русе).

II. АКТУАЛНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Няма съмнение в актуалността на разработения проблем. Дисертантът аргументира добре нуждите и приносите на изследването, необходимостта от модернизиране на методиката за определяне на инженерните параметри на сеизмичните въздействия от огнище Вранча. Но практически този подход е използваем за всички възможни огнища на територията и извън нея на България и за всеки тип площадка, особено за отговорни строителни конструкции. Фактът, че анализите и прогнозните оценки за сеизмичното натоварване на територията на България от силните среднодълбоки земетресения от огнище Вранча са използвани при обосновката от необходимостта от специален проектен спектър за земетресенията от тази зона (спектър тип 3 в Националните приложения на Еврокод 8) е достатъчно основание за потвърждаване на актуалността и практическата приложимост на резултатите.

III. ПОЗНАВАНЕ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ПРОБЛЕМА И ОЦЕНКА НА ЛИТЕРАТУРНИЯ МАТЕРИАЛ

Мнението ми е, че дисертантът познава отлично състоянието на проблема. М.Кутева-Генчева е добре подготвен теоретически специалист по въпросите на оценката на сеизмичните въздействия за нуждите на строителството и модерните аспекти на тази научна дисциплина с пряко отражение в строителната практика. Познава добре литературните източници, умело и селективно използва информацията от публикациите и взема отношение към методическите подходи, които са използвани традиционно. Представените 118 реферирани заглавия обхващат източници от 1963 до 2008 г. и са конкретно свързани с темата на дисертационния труд. Цитирането в представения дисертационен текст е коректно.

IV. ЕФЕКТИВНОСТ НА ИЗБРАНАТА МЕТОДИКА

Използваният методичен подход е удачен. Той е позволил на дисертанта да стъпка по стъпка да премине от дефиниране на модела на средата, избиране на изчислителна процедура, получаване на резултати и тяхната проверка, чрез сравнителен анализ с реално регистрирани данни. Представена е необходимата теоретична обосновка. Показаните практически приложения изобщо не изчерпват многообразието на решаваните задачи в антисеизмичното строителство, но дисертантът е показал ясно виждане за развитието на проблематиката в бъдеще.

V. ХАРАКТЕРИСТИКА И ДОСТОВЕРНОСТ НА ИЗПОЛЗВАНИЯ МАТЕРИАЛ

Дисертантът използва максимално в своята работа наличните записи от силните земетресения от огнище Вранча. Няма никакви основания за съмнения относно тяхната достоверност. Познаването на най-добрите публикации за геоложкия строеж на района на гр. Русе е позволило на дисертанта да създаде адекватен модел на геоложката среда под конкретната площадка. Смятам, че използваният материал е качествен и достоверен. Не мога да се съмнявам и в качеството на използваните програмни продукти – те са на съвременен, световен ниво и се използват за подготовка на специалисти от целия свят по оценка на инженерните характеристики на сеизмичната опасност в Центъра по Теоретична физика и в Университета в гр. Триест (Италия).

VI. ХАРАКТЕР НА НАУЧНИТЕ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИТЕ ПРИНОСИ

Научните и научно-приложните приноси в дисертацията могат да се определят като:

1. Доказване с нови средства и нов подход на съществени страни от моделирането и прогнозната оценка на сеизмичното натоварване на площадки, разположени на големи епицентрални разстояния (над 200 км) от средно дълбоки земетресения (Зона Вранча - 120-130 км). Добре е анализирано влиянието на характеристиките на реалната геоложка среда и механизмите в огнището на земетресението.
2. Получени са и са доказани с нови интерпретационни подходи значително по-детайлни и близки до данните от реалните записи инженерни характеристики на сеизмичните въздействия от огнище Вранча за територията на България и по-специално за района на гр. Русе.
3. Творчески е приложена една нова методика (нео-детерминистична) за изследванията на сеизмичната опасност. Дисертантът е високо компетентен в прилагането на методиката за конкретните условия на България.
4. Проведените анализи и получените резултати са използвани при обосновката за използване на отделен проектен спектър за вранчанските земетресения в Националното приложение за Еврокод 8 у нас, което е безспорен научно-приложен принос на докторанта.

VII. СТЕПЕН НА ЛИЧНО УЧАСТИЕ НА ДОКТОРАНТА В ИЗГОТВЯНЕТО НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД И ФОРМУЛИРАНЕТО НА ПРИНОСИТЕ

Със собствени изследвания Михаела Кутева-Генчева е достигнала до крайните резултати, използвайки прекрасната възможност да работи в един международен колектив с признати постижения по конкретното направление на оценка на сеизмичните въздействия. Това е учен от ново поколение с добро познаване и владееене на най-новите методи за изследване на сеизмичната опасност. Представеният дисертационен труд е лично дело на докторанта. Който е работил в областта на сеизмичната опасност е наясно с това, че не е възможно да се постигнат гореизложените резултати без лично, дълбоко мотивирано участие в обработката и синтеза на първичната информация, както и без внимателното, понякога критично анализиране на съществуващите данни от други изследователи. Многообразието на геоложката среда изисква внимателен подбор на методите за изследване и интерпретируема и достоверна информация ще се получи от тези, които знаят как да стигнат до нея и с какви методи да я получат. Дисертация на Михаела Кутева-Генчева е изразен индивидуален труд, извършен под ръководството на опитни изследователи (проф. д-р И.Паскалева и проф. Панца).

Формулирането на приносите е лично дело на дисертанта. Те спазват стила и характерните черти на целия дисертационен труд.

VIII. ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Докторантът е представил списък на 5 публикации по темата на дисертационния труд. Две от публикациите са на български език (?), другите три са на английски език. От тези публикации няма в български научни списания, в научна конференция в гр. Варна са две публикации в съавторство, една публикация е от международна конференция в г. Охрид (Македония) и една от конференция в Сан Диего (Калифорния, САЩ) – също в съавторство. Като значима приемам самостоятелната публикация от 2010 г. в AGGH. Като недостатък веднага съм длъжен да посоча липсата на информация за обема на

представените публикации. В справката е казано, че са публикувани в пълен текст. Познавам публикационната дейност на Михаела Кутева-Генчева и не се съмнявам в коректността на представените публикации, но все пак формално трябва да се показват нещата според изискванията. Странно е, че публикациите от конференцията в гр. Варна имената на авторите са изписани на английски език, а заглавията на докладите – на български.

Всички тези статии, като съдя по списъка, приемам, че отговарят на темата на дисертацията.

Няма справка за забелязани цитирания.

IX. ЗАБЕЛЕЖКИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

При изследването на сеизмичната опасност винаги възникват редица въпроси. Дисертантът е решил повечето от тях с умело прилагане на теоретичните си знания и възможностите на използвания софтуер. Все пак имам някои забележки, които си позволявам да разделя на две части – от методическо естество и от техническо естество.

Забележки от методическо естество

1. Когато се говори за механизъм на среднофокусни земетресния от типа на тези от зона Вранча, трябва да се внимава, защото не е ясно какво показва този механизъм. На такива дълбочини малко вероятно е да се получава класически тип разломяване – познати са поне 5, ако не и повече модели на огнище Вранча с различни идеи за това, което се случва в огнищната зона. Това не е класическа субдукция, има вероятност за натрупване на напрежения от фазови преходи на веществото при високи температури и налягания, т.е. механизмите да не се подчиняват на конкретна тектонска структура.
2. И на предварителното представяне на дисертационния труд обърнах внимание на факта, че сравняването на резултатите от синтетичните криви и реалните регистрации е направено качествено (по-голямо..., по-малко...), а не количествено – например да се оцени в проценти разликата в пиковите стойности. Така ще стане много по-ясно с каква точност са резултатите от численото моделиране.

Технически забележки

Този тип забележки неминуемо придружават рецензирането на всеки дисертационен труд. Повечето от тях не променят постиженията на дисертационния труд и аз ще си позволя да отбележа тези, които не подхождат на тежестта на представеното изследване.

1. Фигурите са дребни и трудно четими. Това директно се свързва с по-горната ми забележка. Трудно се сравняват даже окомerno различните синтетични графики. Вероятно, оригиналните графики са цветни и по-четими? Като цяло, дисертацията не е голяма по обем и по-четливи фигури биха подсилили нейното качество. На фигури 7.19 и 7.20 се повтаря два пъти текста “EC8 – A = Eurocode 8 Ground Type A”.
2. Терминът “rake” е даден в превод като „ разстояние”, което не е вярно. Това е ъгълът на движение по дадена плоскост.

Х. ПРЕПОРЪКИ ЗА БЪДЕЩО ИЗПОЛЗВАНЕ НА НАУЧНИТЕ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИТЕ ПРИНОСИ

Личното ми мнение е, че представения методически подход за оценка на сеизмичните параметри за решаване на инженерните проблеми за антисеизмичното строителство е безспорно нов и модерен начин за намиране на възможно по-точни и правдоподобни числени образи на природните процеси, в случая – сеизмичните въздействия. Приветствам все по-широкото използване на представените в дисертацията методи за нуждите на националната нормативна база и при решаване на конкретни задачи за площадки на отговорни строителни съоръжения. Не се съмнявам, че ако не са публикувани все още всички резултати, няколко качествени статии в престижни международни списания предстоят да се публикуват.

ХІ. АВТОРЕФЕРАТ

Авторефератът отговаря на съдържанието на дисертацията, изготвен е в приемлив обем и съдържа достатъчно илюстративен материал.

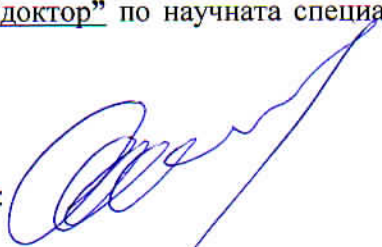
Към материалите са приложени списъци на публикуваните трудове и Протокол от разширения семинар на Департамент „Сеизмично инженерство” на НИГТГ при БАН, на чието заседание е представена и обсъдена дисертацията.

ХІІ. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като имам предвид по-горе посочените постижения в дисертационния труд на гл. ас. Михаела Кутева-Генчева, нейната лична мотивация, професионална специализация и интерес към проблемите на методите за оптимизиране на оценката на параметрите на сеизмичната опасност за целите на строителството – важен въпрос от настоящето човешко ежедневие, препоръчвам на членовете на Научното жури да гласуват за присъждането на Михаела Кутева-Генчева на научната степен “доктор” по научната специалност 01.02.04 “Механика на деформируемото твърдо тяло”

София, 08.08.2012 г.

Рецензент:



(проф. дгн Стефан Боянов Шанов)