

на дисертационния труд на гл. ас. Мария Стефанова Шамати “Вариабилности на магнитното поле на Земята в ULF диапазона. Идентифициране на източниците на смущения” за присъждане на образователната и научна степен “доктор”.

рецензент: проф. дфн Иван Кутиев

Дисертацията е на 117 страници, включващи увод, четири глави текст с 49 фигури, основни резултати, приноси, авторски публикации, цитирания и библиография. Тя е посветена на изучаването на нискочестотните колебания в електрическото и магнитно поле на Земята с цел идентифицирането на източниците на тези колебания. Чрез изучаването на характеристиките на ултра-нискочестотните (ULF) колебания, кандидатката Мария Шамати търси да открие такива признаци, които могат да укажат за връзката им със сеизмичната активност. Изборът на този честотен диапазон (от един милихерц до 1-2 херца) не е случаен: колебанията с тези честоти се разпространяват в земната кора със най-слабо затихване и имат най-големия шанс да достигнат от сеизмичното огнище до мястото на регистрация на земната повърхност. Изследването на тези колебания има характер на data-driven анализ, т.е. проведен е статистически анализ на данни от измерванията на електричното и магнитно поле от няколко обсерватории в посочения по-горе честотен диапазон. Използуваните статистически методи са добре описани, а резултатите са подробно представени на 49-те фигури на дисертацията. Дисертацията съдържа обширен обзор на описани в литературата подобни изследвания и техните резултати, като повечето от тях се използват по-нататък в изложението, когато се дискутират получените оригинални резултати.

Резултатите от анализа на данните от измерването на електричния потенциал в станция Крупник са дадени в трета глава на дисертацията. Апаратурата, проектирана и създадена от Б. Бойчев и П. Неновски, е разположена в района на сеизмичната станция Крупник и провежда измервания от 2003 г. Измерваният електричния потенциал между няколко отдалечени един от друг датчика се разделя в два честотни канала: квази-статичен 0 -0.02 Hz, и ниско-честотен 0.002 – 2.4 Hz. В дисертацията М. Шамати използва данните от ниско-честотния (ULF) канал. Измереният сигнал по правило съдържа пакет от периодични и аperiodични колебания, които в инструментален аспект се разглеждат като шум около някакво средно поведение. Терминът “шум” често се използва в дисертацията като обобщена характеристика на вариабилността на анализирания данни. М. Шамати използва

няколко числени оценки за нивото на шума, като осреднената дисперсия, сумарната спектралната плътност в определени честотни под-интервали, и скейлинговите фактори β и α . Факторът β е показателя на степенната функция апроксимираща спектралната плътност във функция от честотата, а α е степенния показател на флуктуационната функция (детрендваната дисперсия като функция на големината на времевия интервал на сумиране). М. Шамати показва, че тези обобщени характеристики на ULF сигнала са много полезни за идентификацията на източника, който го генерира и ги използва широко в своя анализ. Кандидатката използва метода FFT (Fast Fourier Transform) да получи спектрите на измерваните сигнали в различни под-интервали на ULF диапазона и показва два случая на аномално поведение на дисперсията (13 август 2003) и на спектрите (22 ноември 2004 г.), което не може да бъде обяснено като влияние на геомагнитната активност. Показано е още, че геомагнитната активност влияние най-силно върху ниско-честотния край на спектъра, докато при честоти около херц такова влияние не се забелязва. Не е възможно, обаче, да се посочи убедително доказателство за връзка на аномалното поведение със сеизмичната активност.

В четвърта глава са представени резултатите от изследването на вариабилността на магнитното поле по данните от 5 обсерватории на магнитометричната мрежа SEGMA. Три от тези станции са в Италия, една в Унгария и нашата Панагюрище са близки по географско разположение, но с различни геоложки структури, което дава възможност да се отделят регионалните от глобалните източници на магнитни смущения. Използвани са данните за хоризонталната и вертикална компонента на магнитното поле измерени в периодите януари-април в 4 последователни години 2007-2010 плюс данните от цялата 2008 г. Върху данните е приложен нелинейния метод за анализ DFA (Detrended Fluctuation Analysis), чрез който е получен скейлинговия параметър α . Този обобщен параметър е мярка за фракталността (промяна на размера) на дисперсията, което е указание за появата на друг източник на шум. Вариациите на скейлинг параметъра α за двете компоненти на магнитното поле са представени за всяка станция поотделно. М. Шамати показва, че параметъра α проявява общи, глобални вариации, но има и локални различия, характерни за всяка станция. Намерено е, че общите вариации добре корелират с Кр индекса и най-вероятно се дължат на влиянието на йоносферни и магнитосферни процеси, докато локалните промени имат литосферен произход. Глобалните вариации се характеризират с повишени стойности на α , а регионалните – на понижение на скейлинг параметъра. Показва се, че α изчислен по вертикалната компонента на магнитното поле във времевата скала 10-180 секунди, много по-

слабо се влияе от промените на геомагнитната активност, отколкото този от хоризонталната компонента. Това са важни разграничения, които могат да помогнат при идентифицирането на източниците на смущения и представляват несъмнен принос в търсенето на източниците на аномалните ULF сигнали.

Приносите в дисертацията на М. Шамати мога да резюмирам така. Показва се, че измерванията на електрическия потенциал в ULF диапазона в станция Крупник съдържат информация за сеизмичната активност и с подходящи методи на анализ те могат да бъдат използвани в съвместните изследвания. Показва се, че DFA метода е ефективен при локализирането на аномални нива на магнитния шум в ULF диапазона и чрез него М. Шамати намира няколко конкретни случая на преобладаващо влияние на литосферните процеси над космическите такива. В тези случаи се показва какви промени търпят дисперсионните и спектралните характеристики на ULF сигналите. Разбира се, трябва да бъдем далеч от очакването, че в дисертацията ще бъдат дадени твърди аргументи за наличие на сигнали свързани с подготовката на земетресение или неговото осъществяване. Не е и такава поставената цел на дисертационния труд. Целта е да се анализират статистически спектралните и дисперсионни характеристики на електрически и магнитни сигнали в ULF диапазона и да се открие аномалното от нормалното им поведение. Намирам тази задача за изпълнена. По предишната класификация на ВАК за характера на приносите мога да причисля приносите в дисертацията като получаване на нови факти за слабо изучени явления и потвърждение на досега известни знания. Считам научния принос на М. Шамати за съвсем достатъчен за присъждането на образователната и научна степен “доктор”.

Прави впечатление обширният статистически материал, представен в 49 фигури, което указва за огромната работа свършена от М.Шамати в подготовката на дисертацията. Със самото написване на текста обаче, дисертантката не се е справила много добре. В по-голямата се част използваните термини не са ясно или съвсем не са дефинирани. Няма да давам примери, защото това е като правило. Дисертацията не е структурирана добре, няма подзаглавия, които да ориентират читателя кога описанието на един резултат се сменя с друг. Резултатите показани на някои фигури не се описват достатъчно ясно, съдържанието на други фигури се споменават повърхностно само. Приемам, че тези недостатъци в описанието се дължат на липсата на опит (и помощ) и не омаловажават стойността на дисертацията. Ще спомена, обаче, и за един неформален недостатък, който при добро желание може да се избегне в по-нататъшните изследвания на дисертантката. Става дума за използването на планетарния геомагнитен индекс Кр като мярка на геомагнитната активност. Вярно е, че в най-общ план Кр е представителен за геомагнитната активност, но не и в детайлите. Върху

магнитното поле на Земята най-силно влияние оказват йоносферните токове течащи в областта Е през деня и тази в близката магнитосфера (current wedge) през нощта. Интензивността на тези токове слабо корелира с Кр индекса, особено във фазата на възстановяване на магнитните бури, когато се интензифицира т.н. смутено динамо (disturbance wind dynamo), причинено от ексцесивни термосферни ветрове. Така че и при ниски стойности на Кр може да има интензивни йоносферни токове, които да индуцират магнитни смущения на земната повърхност с магнитуд на порядък по-голям от тези с литосферен произход.

Дисертацията е изградена върху 5 колективни публикации, три от които са в рецензирани научни списания и две в сборници на международни симпозиуми. Едно от списанията (Acta Geophysica) е с импакт фактор, а другите две публикации са в Българското Геофизично Списание. Публикациите в peer review списания дават гаранции че резултатите в тях са оригинални и значими. Резултати от дисертацията са представени на 10 международни научни форума, което показва че са познати на научната общност. Забелязан е един цитат на статията в Acta Geophysica. Макар че е трудно да се открие приноса на М. Шамати във колективните публикации, аз приемам че нейната главна роля е в провеждането на статистическия анализ и получаването на резултатите от него, а в тяхната интерпретация нейния принос, предполагам, е съизмерим с този на съавторите ѝ.

Сумирайки представените от мен доводи за научната стойност на дисертацията, мога да заключа, че дисертантката М. Шамати използва съвременни статистически методи на анализ, получените резултати представляват очевиден научен принос и са добре познати на научната общност. Всичко това ми дава основание убедено да препоръчам на Научното жури да присъди на М. Шамати образователната и научна степен “доктор”.

Рецензент:

Иван Кутиев