

РЕЦЕНЗИЯ

на ДИСЕРТАЦИЯ за придобиване на образователна и научна степен “доктор” по специалност 4.4. “Науки за Земята” (01.04.07. “Земен магнетизъм и гравиметрия”) на Петър Йорданов Петров на тема: “Прилагане на магнитни методи за оценка на степента на замърсяване на градска среда”.

Прегледът на документацията за разкриване на процедура за защита показва, че са спазени всички етапи по обявяването и провеждането на конкурса, регламентирани в ЗРАСРБ, Правилника за неговото приложение и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени. Петър Петров работи от 2005 г. в Палеомагнитната лаборатория на НИГГГ. През 2013 г. е зачислен като докторант на свободна форма на обучение. От самото начало на своята работа в лабораторията той попада под вещото ръководство на доц. Нели Йорданова, която е и консултант на дисертационния труд. За неговото оформяне като специалист са особено важни четирите специализации, проведени в реномирани лаборатории като тези в Университета в Тюбенген, Института по Геофизика към Чешката Академия на Науките, Университета в Букурещ.

1. Обща характеристика на представения дисертационен труд

Дисертационният труд обхваща 193 страници текст, 1 приложение, списък на използвана литература от 140 заглавия, с изключение на едно, всички на английски. Предвид експерименталният характер на работата, изобилстват фигурите (105) с резултатите от магнитните изследвания, включени са 20 таблици и 1 карта. Работата е в сравнително новата област от геомагнетизма, а именно приложението му за прецизиране на знанията за околната среда. Трябва веднага да се отбележи, че тази област е добре застъпена в лабораторията по палеомагнетизъм на НИГГГ, но тук фокусът е поставен в специфичните условия на градската среда. Резултатите по отношение на замърсяването, освен прецизното уточнение на неговите източници, са насочени и към съдържанието на вредните полиароматни въглеводороди (РАН), към връзките на магнитните характеристики със смъртността в резултат на болести на дихателните пътища. Това говори за едно

широко мащабно изследване за приложението на магнитометричните методи в оценката на замърсяването на градската среда.

Дисертационният труд се състои от Увод, 6 глави, Приноси, Списък на използваната литература и 1 Приложение. Първите 3 глави описват успешно състоянието на проблема за замърсяването на градската среда – източници, основни понятия за магнитните свойства на веществото, дефинирани са използваните магнитни параметри, описани са основните феромагнитни минерали и приложението на магнитните методи за оценка на замърсяванията на околната среда.

Съществената част на дисертацията се намира в 4, 5 и 6 глави, където са представени експерименталните резултати от мониторинга на уличната прах в 17 локалитета от 6 града в България, от детайлното опробване на най-важните транспортни артерии в София, картиране на степента на антропогенно замърсяване в гр. Кърджали и т.н. Включени са множество не магнитни, микроскопски и геохимични резултати.

2. Актуалност на проблема и анализ на дисертационния труд

Железните окиси се оказват едни от постоянните елементи на прахта, която е основен замърсител на околната среда. Те носят своя магнитен сигнал. Едва ли е необходимо да се подчертае важността на познанието за замърсеността на околната среда и особено на градската такава, в която преминава ежедневието ни. Магнитометричният метод е косвен метод, който е икономически ефективен, дава бърза и детайлна информация за горещите точки в градската среда и намира широко приложение в последните 10-15 години. Актуалността на проблема е обоснована много добре в Увода, така както и влиянието на различните индустриални и технологични дейности върху човешкото здраве чрез Фините Прахови Частици (ФПЧ10 или PM10), което значи частици с аеродинамичен диаметър до 10µm. Поставена е основната цел на работата като *“установяването на степента на замърсяване на градската среда в различни градове в България чрез използването на магнитометричния метод и връзката между магнетизма на градската прах и основните източници на антропогенно замърсяване.”* За постигането на тази цел са дефинирани специфичните задачи, решени в труда.

Глава 1 „Източници на антропогенно замърсяване в градска среда” е необходима база за понататъшното изложение в дисертацията. Заедно с безспорно положителната ми оценка за представеното в тази глава, имам и някои забележки по отношение на детайлите. Например надписът към Таблица 1.2 е несъответстващ на показаните различни форми на частици с еднакъв аеродинамичен размер. По-надолу на същата страница е дадена класификация на частиците, но според кой диаметър? В самата дефиниция на аеродинамичния размер, не е дефинирано какво е Cunningham корекция. Самите източници на антропогенното замърсяване, физическите процеси, предизвикващи го са много добре разяснени и систематизирани. Обоснован е рискът за човешкото здраве от запрашването на околната среда.

Глава 2 “Магнитни свойства на веществото” въвежда читателя в процесите на намагнитване, класификация на веществата според магнитните им свойства, същността на феромагнетизма, магнитните параметри, които ще се използват в експеримента, основните феромагнитни минерали, тяхната стабилност по отношение на температурни въздействия и т.н. Нямам забележки към структурата на тази глава. Няколко несъществени забележки: в формата, в която е зададен законът на Кюри-Вейс не фигурират N , M и k . Защо е необходимо тяхното дефиниране? На стр. 32 се налага дефинирането на k – константата на Болцман. За нейното означение е прието малко k , а не както е дадено на същата страница K_B . На стр. 37, вероятно авторът иска да цитира Фиг. 2.6., а не 3.6 както е написано.

Глава 3 “Приложение на магнитните методи за оценка на замърсяването на околната среда – състояние на проблема” е особено важна за работата. В нея авторът прави успешен преглед на съществуващата научна литература по въпроса. Посочени са установени връзки между магнитните параметри на улична прах от различни места и концентрацията на опасните тежки метали (цинк, олово, титан и др.). Установено е наличието на положителна корелация между стойностите на магнитната възприемчивост и концентрацията на олово и цинк.

В следващите 3 глави следват същинските резултати от работата на докторанта, които заслужават по-специално внимание.

Глава 4 “Изследвания на улична прах. Мониторинг на замърсяването от автомобилния трафик в избрани локалитети и картиране степента на замърсяване на някои градове в България” въвежда читателя към избраната

методология на изследването, описват се локалитетите за мониторинг. Първичните резултати от мониторинга на магнитната възприемчивост на уличните проби и сравнението с ФПЧ10 не показват никаква определена корелация. Следващите измервания след разделянето на общата прах на едра и фина фракция веднага определят по-високи стойности на мас-специфичната магнитна възприемчивост на фината фракция пред едрата. Този факт, подкрепен с добре показаната линейна зависимост между X и ARM доказват основния принос на дребните прахови частици в стойността на мас-специфичната магнитна възприемчивост. Както и при други зависимости, резултатите на пробите от Бургас оформят отделна линейна регресия. Докторантът потвърждава предишни изследвания на почвената покривка в България (Jordanova et al., 2006; Йорданова, 2015 – дисертация за степента д-р на науките) за особеното положение на Бургаския район, в който основен принос към магнетизма има литогенната фракция.

Имам известна забележка в самото въвеждане на измерване на различните намагнитености в образците от фината фракция. На стр. 58 е казано “в подготвени кубични образци е индуцирана лабораторна безхистерезисна намагнитеност (ARM). След това в същите образци е индуцирана изотермична остатъчна намагнитеност (IRM2T).” За да се направи това вероятно първата индуцирана ARM намагнитеност трябва да се изчисти. Би трябвало на стр. 59 да се упомене съществуващото непълно отчитане по различните локалитети. На същата стр. 59 се споменава публикация на Karicka et al. (2001), която доказва значителния принос на едрите (многодоменни) частици в X на улична прах, което на пръв поглед е в противоречие с изказания по-горе преобладаващ принос в X на дребната фракция. Показаната линейна зависимост между X и IRM2T всъщност добавя именно приносът в X и на по-едрата (вероятно многодоменна фракция, като част от общата концентрация на магнитните носители) в прахта. И тук параметрите на регресията за Бургас се различават от тези за останалите градове.

Интерес буди частта от 4-та глава, която съдържа резултати от химически анализ на уличната прах за съдържанието на тежки метали и арсен. Използвана е сборна прах от летните месеци и такава от един зимен месец. Имам забележка към представените таблично резултати: за някои локалитети (замърсени или чисти), резултатите са представени с шрифт “италик” без да е указано защо. Оценена е

скоростта на седиментация на прахта. В Таблица 4.2 са разграничени стойностите от летни и зимни месеци, но по-нататък това разграничение се пренебрегва?

Оценявам като добър анализът и интерпретацията на резултатите от факторния анализ. Отрицателната корелация между ARM/X и Pb е обоснована от негоривните източници на Pb. Във връзка с втория фактор, отношението Fe/Mn е като това на земната кора само за Бургас, потвърждавайки още веднъж основното влияние на литогенните източници за този район. За останалите градове това са транспортните или индустриални източници на замърсяване.

Добро впечатление прави широкото използване на данните от Изпълнителната агенция по Околната среда в изложението на тази глава. Основните транспортни артерии на София са систематично опробвани. Ролята на обществения транспорт в антропогенното замърсяване на големите градове е недвусмислено доказана с магнитните измервания в този труд. Като контрапункт на току-що казаното е аналогичното изследване в гр. Кърджали. За него основен източник на замърсяване са емисиите на индустриалните производства, докато емисиите от транспорта отстъпват на второ място. Това са особено ценни резултати за практиката и за знанията ни за околната среда, **което е принос на докторанта.**

Резултатите от дескриптивния анализ на магнитните измервания на уличната прах в множество градове от страната показват най-голяма концентрация на силно магнитни минерали в тези от Бургас и Кърджали. В интересното изследване на зависимостта на магнитната възприемчивост на уличната прах от броя на областното население, данните от Бургас и Кърджали не попадат на получените зависимости. Направеното заместване на броя на МТС с броя на населението в областта е удачно, както е удачно и използването на медианната стойност на X. Основният резултат от това детайлно изследване е, че магнитните частици в уличната прах на градовете в България се имитират основно от МТС, с изключение на Бургас и Кърджали.

В следващата **Глава 5 “Оценка на замърсяването на градската среда чрез магнитни изследвания на отложена външна и вътрешна прах”** са представени резултатите от нововъведен подход в прахосъбирането. Тази добре развита и представена тема е **новост в областта на магнитните изследвания на замърсяването.** Изследвано е обосновано отлагане на антропогенни замърсители върху хоризонтална плоскост над земната повърхност на височина минимум от 1 м.

Предлага се унифициран протокол на опробване на външни и вътрешни места от градската среда.

По отношение на интерпретацията на термомагнитния анализ на X, струва ми се, че присъствието, макар на малки количества хематит е видно и в пробите от Бургас (B2c), Пловдив (P2b), Русе (RU2b), София (SN2), а не само в пробите от Плевен (PL2b) и Стара Загора (SZ2a). Горното твърдение се потвърждава с Фиг. 5.11, 5.14 и 5.15. Втората титано-магнетитова фаза, видима от температурното размагнитване на ARM за пробите от Бургас около 450-500°C е ясно видима и в тези от Плевен и Русе (Фиг. 5.16) или в тези от София и Ст. Загора (Фиг. 5.17) с по-ниска температура на деблокиране (около 300°C).

Резултатите от магнито-диагностичните експерименти по отношение на големината на частичките, носещи сигнала са потвърдени от директното определяне на размерите на частичките в субмикронния интервал до 5 µm чрез DLS (Dynamic Light Scattering) анализ. Логичният извод, потвърден експериментално е, че външната прах има по-малък принос от фините частици за разлика от вътрешната прах, където са проникнали основно най-дребните частици. Към целия илюстративен материал (таблици и фигури) на Глава 5, както и в подзаглавията е необходимо да се указва за коя точно прах се отнасят данните. Например надписите към аналогичните Таблици 4.4 и 5.4 с нищо не упътват за различния набор от данни, по които е правен анализът. Началото на 2-ри абзац на стр. 134, цитирам”е изследвано в праховите проби от летни месеци”. Същото бе изследвано и в Глава 4, но се отнасяше за уличната (тротоарна) прах, а тук става въпрос за отложената на известна височина вън или вътре прах?

Не мога да не отбележа **особено важния анализ на тежки метали и РАН в праховите проби** и това, което е специфично за дисертационния труд – тяхната връзка с магнитните свойства на градската прах. Съвсем очаквано, резултатите от Бургас отново се обособяват в отделен клъстер. Приемам интерпретацията от факторния анализ като логична. Направено е важното заключение, че използването на магнитната възприемчивост на фината прах директно като индикатор на степента на замърсяване не е обосновано, тъй като в градски условия съществуват многобройни източници. Предложено е отношението $X_{\text{outdoor}}/X_{\text{road-fine}}$ като

индикатор на относителния дял на фините силно магнитни частици в приземния слой. Буди особен интерес доказаната права зависимост между горното отношение и смъртността от болести на дихателните пътища, докато липсва изразена корелация между тази смъртност и концентрацията на ФПЧ. Смятам тези резултати в работата като **съществено обогатяване на съществуващи знания** в методите на изследване.

Накрая за тази глава, приемам като **новост** резултатът, показващ определена зависимост между количеството, измерени РАН и магнитни параметри, които са свързани с размера на частиците, носители на магнитния сигнал (B_{cr} и M_{rs}/X). Повисоките стойности на РАН са свързани с повишена концентрация на дребните магнитни частици. Физическата картина на този резултат е в повишената възможност за абсорбция на органичните съединения върху увеличението на ефективната площ за това при наличие на повече дребни частици. Имам забележка по отношение на Табл. 5.7: дефинираните диагностични отношения и съответната интерпретация - наличие на несъответствия между текст и данни.

Последната **Глава 6 „Аеробиологични (поленови) изследвания и Електронно микроскопски наблюдения (SEM) и анализи на градската прах“** е посветена на взаимодействието на двата замърсяващи въздуха фактора: полени и прах. Добре би било да се отбележи дали има подобни изследвания в България, касаещи отчитане на съдържанието на полени в градската прах. Изследваните локалитети от 6 географски района дават представа за наличието на полени от гледна точка на техния алергизиращ ефект.

За читателя не става ясно как се разделят полените (общ брой, дървесни и тревисти) за да се направи Фиг. 6.1. Таблица 6.1 един път се въвежда като “най-широко разпространените поленови частици” и втори път като “*дървесни и тревисти видове*”. В противоречие на казаното накрая на 1-я абзац на стр. 146, Фиг. 6.1 не го потвърждава. Въпреки огромният снимков материал, включен в 6 глава, струва ми се, че той трябваше да бъде систематизиран по-добре за да отговори на поставената цел. В края на параграф 6.1 се казва, че “ще се оцени влиянието на замърсяването върху поленовите зърна в изследваните вътрешна и външна прах”. Такова разграничение не е

постигнато в анализа. Интересно е да се види сравнението между количеството полени във вътрешната и външна прах, каквото изследване не е познато в литературата.

3. Критични бележки и препоръки. Лични впечатления на рецензента за кандидата

Основните критични бележки към представените резултати дадох в хода на анализа на работата. В текста на цялата дисертация могат да се отбележат множество типографски грешки, както и по продължение на цялата работа неправилната или не употреба на пълен член:

Стр. 52 – предполагам става въпрос за Табл. 4.1, а не както е написано Табл. 5.1

Стр. 55 – Фиг. 4.3 – както Фиг. 4.2, а не 5.2

Стр. 56 – Фиг. 4.4 до Фиг. 4.7 – същата грешка

Стр. 63 – в средата на абзаца – има се предвид Фиг. 4.1, а не 4.2, както е написано

Стр. 66 – При анализа на фигурите от стр. 64 и 65 се говори за К, а на фигурите е дадено Х (мас-специфична магнитна възприемчивост)

Стр. 73 – последен абзац – вероятно става дума за Табл. 4.3, а не 4.2, но и там не се вижда тази корелация.

Стр. 95 – В надписа на Табл. 4.10 става въпрос, разбира се, за безхистерезисна, а не изотермична остатъчна намагнитеност.

Стр. 105 и стр. 106 – Фиг. 5.2 и 5.4 съответно – дясната колона използван фон, който не съответствува на измерванията (външна прах).

Стр. 110 – Фиг. 5.8 – не е видно как са означени нулевият и четвъртият квартил

Стр. 161-163 – изместване на надписите към фигурите

При номерацията на фигурите в цялата работа, да не се пише точка след втората цифра

Препоръката ми към кандидата е да задълбочи и продължи започнатото в дисертационния труд, особено що се отнася до даденото в Глава 6. Освен това, в предстоящото публикуване на получените в работата интересни резултати да се изчистят посочените неточности, както и се прецизират добре надписите към таблици и фигури. Личните ми впечатления от Петър Петров са положителни и смятам, че той ще продължи със същата упоритост интересните експериментални изследвания в областта на магнитометричните анализи на замърсяването на околната среда.

4. Заключение

От направения преглед на дисертационния труд, независимо от отбелязаните неточности е ясно, че той съдържа **съществени научни постижения**, които представляват **обогащаване на съществуващи знания, с новости в методите на изследване и с приложен характер**. Приемам систематизираните приноси на изследването и смятам, че те са добра база за бъдещи изследвания в областта на магнетизма на замърсяването на околната среда.

Ясно е, че литературната осведоменост на автора е на висота. Отбелязани са 4 публикации по темата на дисертацията, две от които са в особено престижни международни научни списания. 6-те изнесени доклада, 4 от които постери, представящи основните резултати на дисертационния труд правят достойна заявка на международно ниво.

Препоръчвам на уважаемото жури да присъди научната и образователна степен “доктор” на ас. Петър Йорданов Петров от секция “Земен магнетизъм” на НИГГГ.

София, 15.08.2015г.

Проф дфн Мери Жекова Ковачева

