

от чл.-кор. проф. дн Николай Георгиев Бонев
кат. Геология, палеонтология и изкопаеми горива, ГГФ, СУ "Св. Климент Охридски"

върху дисертационен труд озаглавен *"Магнетизмът на льоса в България – палеоархив на климата през плейстоцена"* за придобиване на научна степен „доктор на науките“ в професионално направление 4.4. Науки за Земята (Земен магнетизъм и гравиметрия), представен от проф. д-р **Диана Василева Йорданова** от Национален институт по геофизика, геодезия и география (НИГГГ) при БАН.

Обект на изследване в дисертацията са льосово-почвените отложения на територията на Северна България чрез определяне и анализ на техните магнитни свойства. Дисертационният труд цели реконструкция на палеоклиматичните условия през глациалната плейстоценска епоха чрез установяване в регионален план за Северна България на палеомагнитния запис, а също така реконструкция и корелация в по-глобален мащаб.

Дисертационният труд е разработен в обем от 364 страници, представен с подходяща структура в единадесет глави и илюстриран със 173 фигури и 10 таблици в текста. Дисертацията включва 27 страници с цитирана литература на 604 литературни източници. Документацията, която придружава дисертационният труд, е пълна и детайлна.

Темата на дисертацията ясно е очертана в Увод, в който са отбелязани поставените основна цел и шест задачи на изследването, а също така е подчертана накратко актуалността на изследването във връзка с климатичните изменения.

В глава 1 са представени накратко състав и механизми на формиране на льосово-почвени отложения (класически модел на глациален льос), тяхното разпространение в България и Европа и астрономическите параметри оказващи влияние върху климатичните фактори и цикли отговорни за образуването им. В тази глава също така са посочени накратко площното разпространение, дебелината, стратиграфията, литофациалните изменения и зърнометрична характеристика на льосово-почвените отложения в Северна България, Румъния, Молдова и Украйна (Долнодунавската равнина), базирани на изследванията на предходни автори.

Глава 2 е посветена на теоретичната основа на изследването, където достатъчно пълно са разгледани основните принципи на магнетизма на льосово-почвените седименти, както и използваните основни понятия. Чувствителността на окисите на желязото към параметрите на околната среда (напр. температура, влажност и др.) намира отражение в магнитните свойства запечатани в льосово-почвените отложения, които съответно определят характеристиката и измененията на тази среда пространствено и времево.

Глава 3 прави детайлен преглед на състоянието на досегашните изследвания върху магнетизма на льосово-почвените седименти в Долнодунавската област и в Европа. Тук са очертани техният възрастов диапазон в Румъния и е направена стратиграфска корелация на льосово-почвените седименти в страни и области от Европа (Великобритания и Северно море, Полша, Дунавска област, Русия и др.). Описана е

стратиграфската позиция на границата Матуяма-Брюнес в седми (или осми) льосов хоризонт на териториите на Сърбия, Румъния и Украйна, а тази граница се разполага в седми хоризонт на територията на България.

Глава 4 представя изследваните единадесет профили на льосово-почвени седименти в Северна България, за които са описани в детайли литоложките единици и тяхното опробване. Два от профилите са по сондажи, като в най-дълбокият (63 м) е установен тефроиден слой. В съвкупност профилните изследвания са позволили на автора идентифицирането на серия от почвени и льосови хоризонти. В тази глава са добавени още извършените магнитни измервания и анализи, заедно с техническа информация за използвана за целта апаратура и методика. Всъщност, използваната методика (детайлизирана в отделните глави) е комплексна, комбинираща теренен метод на опробване и събиране на геоложки данни, лабораторен метод за подготовка на материала, и аналитични методи за измерване на валова геохимия на главни, редки и разсеяни елементи (XRF, LA-ICP-MS), минераложки метод - рентгенова дифракция (XRD), анализи на стабилни изотопи на Be, термолуминисцентен анализ и др.

В Глава 5 е направен детайлен преглед за ролята на факторите на околната среда за магнитния запис в почви разположени върху льос. Изложени са хипотези за връзката между геоложкото време и особеностите на железните окиси в почвите, цикличността на процесите на окисление и редукция, педогенните процеси и образуването на педогенна магнитна фракция. В тази глава се предлагат авторски идеи и концептуален модел тестван в почви от три от изследваните профили. Според този модел вариациите в магнитните характеристики надеждно отразяват режима на почвообразуване придружено от или при липсващо отлагане на соличен материал. Изведени са основните зависимости като размер на частиците, вариации в дълбочината на профила и стратиграфските ограничения при еоличната седиментация.

В една от основните в дисертацията глава 6 е представена магнитостратиграфията и датирането на льосовия комплекс в Северна България. Магнитостратиграфията на профил Вятково установява в детайли границата Матуяма-Брюнес на базата на анализ на параметрите магнитна възприемчивост, посока и интензитет, като е предложена корелативна крива. Термолуминисцентното датиране на три льосови хоризонта в профил Вятково и профил Каолиново определя възрасти в интервала 41-296 хил.г., които са съпоставими с изотопно-кислородната крива на ядки от световния океан. В профил Хърлец термолуминисцентното датиране определя възраст от 40-60 хил.г. и 130-185 хил.г. за два льосови хоризонта. Датиран е втори льосов хоризонт съдържащ вулкански материал (тефра) в профил Сухия кладенец, с възраст 164 хил.г. Датиранияте вулкански частици са богати на желязо и манган, а съдържанията на редкоземните елементи в тях се припокриват със съдържанията на същите елементи в тефра от Охридското езеро, игнимбрит Таурано и тефра от басейн Фучино, които имат също сходна възраст от 158-159 хил.г. Така е установена хроностратиграфската корелация на втори льосов хоризонт в Централна и Източна Европа и преноса на пепелен материал в атмосферата от италиански вулкански провинции. В тази глава са датирани още неразвити почви над втори погребан почвен хоризонт в разрез Каолиново с помощта на изотоп на метеорен берилий. В разреза кривите за магнитна възприемчивост и изотопно-кислородната крива са използвани за построяване на времеви модел. Вариациите на метеорния берилий при 190, 290, 330 и 450 хил.г. съпоставени с времеви модел се корелират с образуване на недоразвитата почва през глациален интервал MIS 6. В профил Каолиново е намерена обработена кремъчна находка от

ранния палеолит в трети погребан почвен хоризонт, за която е определена възраст от 360 хил.г., отговаряща на интергласиален период MIS 11, и която също така е сходна по възраст на датирани аналогични находки в археологически обект на територията на Румъния.

Глави 7, 8 и 9 са посветени на получените резултати за магнитните свойства и характеристики в льосово-почвените профили, съответно в Северозападна България, Централна Северна България и Североизточна България. В трите профила от Северозападна България цикличността на льосообразуване и по-слабо почвообразуване отразява еволюция от по-аридни и към по-изявени гласиални условия, които също така са характерни за льосови разрези в Европа от последната гласиална епоха. В двата профила от Централна Северна България се установява климатичен преход от средата на епохата Брюнес, както са установени още четири нива с криптотефра в разрез Сухия кладенец. В профилите от Североизточна България магнитният запис установява продължителни топли периоди редуващи се с къси периоди на застудяване.

Глава 10 е посветена на получените резултати за геохимичният състав на девет профила от льосово-почвени седименти, придружени от резултати за състава на проби от алувия в заливната тераса на р. Дунав и нейни притоци в Северна България. Установено е, че по отношение на главните окиси съставът на льоса в Северна България е сходен с този на глобалния среден състав на льоса и горната кора, с изключение на по-високи съдържания на Al_2O_3 спрямо горната кора. По-високи са съдържанията на TiO_2 от средните за льоса. Седиментационният произход на льоса и палеопочвите се доказва и от съдържанията и отношенията на K_2O , Na_2O и Al_2O_3 . Съдържанията на главните окиси в алувия на реките припокрива тези на глобалния среден състав на льоса и горната кора. Вариациите в отношенията Th/Ni и Zr/Ni отразяват локални източници на прахов материал. Отношението La/Th към Hf определя смесване на по-стари рециклирани седименти, което се демонстрира от сравнението с алувиалните отложения в р. Дунав на територията на Сърбия, богати на Hf . Установено е, че геохимичните данни показват известни разлики в състава на льосово-почвените отложения и алувия на р. Вит и Искър и липса на подхранване от тези реки поради смяна на палеопосоката на вятъра. Еоличният прахов материал според данните за състава и магнитните свойства вече е бил претърпял изветряне, а палеопочвите са образувани в интергласиални периоди при ограничено подхранване.

Глава 11 е посветена на реконструкция на палеоклиматът през плейстоцена в Долнодунавската област на базата на получените резултати за магнитните свойства и характеристики на льосово-почвените седименти. Акцентът е върху оценка на климатични параметри (температура, валежи) по данни от магнитните изследвания, анализ на вековните вариации в палеоклимата и възстановяване на климатичните промени през последните 800 хил.г. Магнитните данни насочват за това, че льосът натрупан през последната гласиална епоха е бил подложен на изветряне от Източноазиатските летни мусони в посока югоизток. Изведена е линейна зависимост за температурата и валежите спрямо педогенното магнитно обогатяване. Тук са използвани получените датировки за привързване времево на дълбочинната скала в льосово-почвените профили, като са отделени репери на 7.5 м. (Хърлец) на 142 хил.г., тефродния репер (Сухия кладенец) на 159 хил.г. и геомагнитната екскурзия Island basin на 192 хил.г., всичките попадащи в интергласиала MIS 6 в интервала 135-195 хил.г. През първата половина на гласиалния период (190-160 хил.г.) се образуват три слабообразовани почви, последвани от краткотрайна екскурзия до високи температури

през MIS 6 поради силна слънчева инсолация. Подобен запис в палеоклиматичните условия е наличен за седименти в Черно море. Втората половина на глациалния период (160-135 хил.г.), според получените палеомагнитни данни, се характеризира с по-ариден климат и засилени глациални условия. При реконструкцията за последните 800 хил.г. и съставянето на времеви модел кривите за магнитна възприемчивост по изследваните профили са съпоставени с глобалния палеоклиматичен запис на изотопите на кислорода. Сравнението показва преобладаване на 100 хиляди годишни цикли при преминаване към интерглациали и затопляне около 430 хил.г. Промяната в палеоклимата в Северна България е отражение на глобални климатични промени и потвърждава, че магнитните свойства на лъсово-почвените седименти са потенциален индикатор за палеоклиматичните изменения. Установени са вариации в палеоклимата през различните интерглациални епохи. През интрстадиала MIS 9 преобладава влажен климат. Трасирано е образуването на пет палеопочви през интерглациалите MIS 5, MIS 13 и MIS 15 в продължение на 150 хил.г.

Дисертационният труд по своето съдържание отговаря тематично на професионалното направление 4.4. „Науки за Земята“ („Земен магнетизъм и гравиметрия“), с приносен характер в изясняването ролята на магнитния запис за палеоклиматичната времева рамка на лъсово-почвена седиментация в регионален план за Северна България през плейстоценската епоха.

Заключение

С *положително* заключение авторът на становището счита, че според значителния обем събран и обработен материал и постигнати много значими резултати представени в дисертационния труд, последният напълно отговаря на необходимите законови и вътрешни на НИГТГ при БАН изисквания за придобиване на научната степен „**доктор на науките**“ по съответното професионално направление. Основните мотиви за това заключение са следните:

1. Актуалност на темата върху проблема за ролята на магнитния запис като чувствителен индикатор за палеоклиматични изменения, с приносен характер по отношение на магнитната характеристика, състава и възрастта на лъсово-почвените седименти с плейстоценска възраст в изследваната област. Въз основа на този магнитен запис действително е направен палеоклиматичен архив за отбелязаната геоложка епоха. Дисертационният труд е разработен на базата на получени собствени резултати, съчетани по подходящ начин с литературни данни.
2. Съвременен мултидисциплинарен подход на изследването, използващо геофизични, минераложки и геохимични методи, комбинирани по много подходящ начин с изотопни и термолуминисцентни геохронологички методи и теренни методи за изучаване и анализ на седиментни тела.
3. Необходимата публикационна дейност по темата на дисертацията (15 научни статии, в 9 като първи автор), получила множество цитирания. Тези цитирания недвусмислено насочват за значимост на представените в дисертацията научни резултати, които вече са получили широк отзвук в международните научни среди.

Накрая, препоръчвам на останалите членове от научното жури да се присъединят към настоящото положително заключение в становището, и да гласуват в съзвучие с него за придобиването от проф. д-р Диана Йорданова на научната степен “доктор на науките”.

София, 18.07.2025 г.

чл.-кор. проф. дн Николай Бонев