

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертация за получаване на научната степен „доктор на физическите науки“
професионално направление 4.4 Науки за Земята, научна специалност: 01.04.08
“Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство”

Дисертант: проф., д-р Наталия Андреева Килифарска

Тема на дисертацията: МЕХАНИЗЪМ ЗА ВРЪЗКА МЕЖДУ КОСМИЧЕСКИТЕ
ЛЪЧИ, ГЕОМАГНИТНОТО ПОЛЕ И КЛИМАТА НА ЗЕМЯТА

Рецензент: член-кореспондент Костадин Ганчев Ганев, НИГГГ-БАН

Общо описание на дисертационния труд:

Целите на дисертационния труд, така както са формулирани от автора са:

- Изследване на пространствено-времените изменения в съвременния климат и геомагнитното поле на Земята, с оглед откриването на общи закономерности в тяхното развитие.
- Откриване на физически обоснован механизъм за осъществяването на геомагнитен контрол върху климатичните промени.
- Представяне на доказателства за валидността на предлагания механизъм на въздействие.

Постигането на поставените цели е реализирано от автора посредством изпълнението на следните задачи: (1) Установяване наличието на синхронност в еволюцията на геомагнитното поле и приземната температура на въздуха за периода 1900-2010; (2) Изследване на пространствено-времените вариации на галактичните космически лъчи (ГКЛ) и геомагнитното поле; (3) Статистически анализ на свързаността между ГКЛ, озона и водната пара във високата тропосфера и ниската стратосфера (ВТНС); (4) Пространствено-времеви анализ на измененията на озона и водната пара във ВТНС, и вариациите на климата; (5) Оценка на ефективността на йонно-молекулярните реакции във ВТНС, инициирани от ГКЛ и влияещи върху концентрацията на озон и водна пара в близост до тропопаузата; (6) Изграждане на механизъм за влиянието на озона в ниската стратосфера върху климата; (7) Моделиране на причинно-следствената верига от връзки между геомагнитното поле, озона и водната пара в близост до тропопаузата и приземната температура с климатичния модел RegCM.

Дисертационната работа включва шест глави, заключение, списък на научните приноси и списък публикации свързани с дисертацията. Към всяка от главите е приложено библиографско описание на използваната литература.

Глава първа е въведение в разглежданата проблематика, представяща необходимостта от съвместното изучаване на пространствено-времените вариации наблюдавани в геомагнитното поле и климата. Тук са дефинирани основните проблеми, целите и задачите за изпълнение поставени в дисертационния труд.

Глава втора е един доста подробен обзор на съществуващите към момента представи за основните климатообразуващи фактори. Направен е преглед на известните механизми на влияние на външните за климатичната система (Слънце, галактични космически лъчи, гравитационни смущения от големите планети в

слънчевата система и литосферна активност), както и на вътрешните фактори с предполагаемо влияние върху изменчивостта на климата на Земята (океаните, състава на атмосферата, атмосферните моди и въздействието на живите организми). Изказано е твърдението, че много от особеностите в измененията на климатичната система, в частност регионалният характер на наблюдаваните промени, са необясними в рамките на съществуващите до сега хипотези.

Глава трета представя факти за съвместното изменение на геомагнитното поле и климата забелязани от други автори както и собствени резултати. Авторът изяснява огромната роля на избраните методи на изследване за коректността на получените резултати. Дадени са примери, как неправилен избор на статистически техники за изследване водят до неправилни изводи и в крайна сметка да неразбиране на процесите влияещи върху изменчивостта на изследваната променлива. Представени са резултати подкрепящи идеята за наличие на връзки между пространственото разпределение на геомагнитното поле и аномалиите в някои климатични променливи.

Глава четвърта е посветена на влиянието на геомагнитното поле върху високо-енергетичните частици бомбардиращи постоянно или спорадично земната атмосфера. Показано е, че колкото по-дълбоко проникват частиците, толкова по-силно те усещат нееднородностите в геомагнитното поле (т.е. отклонението му от полето на магнитен дипол). Базирайки се на теоретичен анализ, автора предполага, че районите със силен хоризонтален градиент на геомагнитното поле ще „фокусират“ по-голям брой частици от тези с по-хомогенна структура на геомагнитното поле. В резултат трябва да се очаква по-голяма интензивност на частиците достигащи ниските слоеве на атмосферата в районите със силно нехомогенно магнитно поле. Корелационният анализ на свързаността между интензитета на геомагнитното поле и галактичните космични лъчи (ГКЛ) потвърждава този извод.

Пета глава е посветена на въздействието на свободните електрони в максимума на Регенерер-Пфотсер върху баланса на озона и водната пара около тропопаузата. Посредством детайлен анализ на ефективността на възможните йонно-молекулярни реакции, индуцирани от ниско-енергетични електрони в максимума на Регенерер-Пфотсер е показано, че над тропопаузата – където количеството на H₂O пара е изключително малко – съществуват условия за активирането на автокаталитичен цикъл за формиране на озон. Това е нов механизъм, който е в състояние да обясни не само изменчивостта във времето, но и регионалните особености в пространственото разпределение на озона в ниската стратосфера, включително – дължинните вариации и асиметрията между Северното и Южното полукълбо.

Глава шеста представя нов механизъм посредством който геомагнитното поле е в състояние да влияе върху климата. Разгледано е в детайли влиянието на озона върху температурата и водната пара във високата тропосфера и ниската стратосфера, както и влиянието им върху приземната температура.

Чрез статистически анализи е показано, че синхронните вариации между ГКЛ и озона във високата тропосфера и ниската стратосфера се проектират върху приземната температура на Земята. В съответствие с озоновия механизъм за влияние върху приземната температура, измененията в озона предизвикват съответни изменения в количеството на водната пара във високата тропосфера, които от своя страна влияят върху силата на парниковия ефект и съответно върху температурата на земната повърхност. С това авторът обяснява забавянето в реакцията на температурата спрямо измененията в озона.

В последния параграф на шеста глава са представени моделни резултати от числени експерименти с модела RegCM, целта на които е да се изследва реакцията на

приземната температура на изменения в плътността на озона между тропопаузата и горната граница на модела, т.е. 50 hPa. Показано е, че увеличаване количеството на озона води до понижаване на приземната температура на въздуха, което съответства на предложения от автора озонен механизъм.

Работата е написана ясно и стегнато и е илюстрирана с голям брой фигури, всички с достатъчно добро качество. Използваните процедури и техники са добре описани. Разсъжденията на автора са достатъчно подробни и логично водят към съответните заключения и изводи.

Актуалност на работата.

Изясняването на факторите определящи дълго-периодичните вариации на климата е от особено значение за предвиждането на бъдещи промени в основните параметри на климата и поради това представлява основно предизвикателство пред съвременната наука за климата

Причините за климатичните промени са силно дискутирани в научната общност и все още нямат еднозначно обяснение. Редица учени отбелязват, че измененията в климата често са съпътствани и от изменения в пространствената конфигурация на геомагнитното поле и откриват взаимосвързаност в еволюцията.

Едно от сериозните предизвикателства пред съвременната наука за климата е регионалността в проявленията на климатичните промени – както в съвременен, така и в палеоклиматичен аспект. Тази регионалност обикновено се свързва с активирането или затихването на устойчиви регионални климатични прояви, наричани атмосферни моди, причината за появата на които е неизяснена. В този аспект, нехомогенното геомагнитно поле би могло да бъде фактор на регионалния характер на климатичните промени, ако се намери разумен физически механизъм за въздействието му върху климата.

Познаване на състоянието на проблема.

Втора глава на дисертацията е по същество обзорна. Останалите глави също съдържат доста обширни обзори на изследвания, които в един или друг аспект са свързани с работата, резултатите и изводите на автора. Това показва, че дисертантът дълбоко познава изследваните явления, както и разнообразни изследователски методи.

Цитираните многобройни заглавия също потвърждават широката ерудиция на Н. Килифарска.

Целият текст на дисертацията, свободното боравене с факти от различни области на атмосферната наука, грамотното прилагане на различни методи за изследване – статистически анализи, теоретични разсъждения, компютърни симулации, недвусмислено говори за много доброто познаване, от страна на автора, на съвременното състояние на проблемите.

Методики на изследване и достоверност на получените резултати.

Анализът на синхронната изменчивост на геомагнитното поле и климата, използван в тази книга е базиран на два основни принципа: диференциална специализация и мултидисциплинарна интеграция. Първият принцип включва детайлизирането на съществуващото познание във всяко звено от причинно-следствената верига, независимо от факта, че те включват съвсем различни области на науката.

Прилагането на втория принцип, довежда до интеграция на натрупаното мултидисциплинарно познание в единна хипотеза, предлагаща механизъм на връзка между геомагнитното поле и приземната температура.

Методите, използвани от проф. Килифарска в настоящия дисертационен труд са разнообразни – статистически анализи на данни, теоретични разглеждания, компютърни симулации.

По мое мнение статистическите анализи са проведени на базата на надеждни и световно признати данни с прилагане на подходящите техники. Физическата интерпретация на резултатите от статистическия анализ изглежда правомерна и убедителна.

По-трудно е да бъде направена преценка на теоретичните разглеждания в дисертацията.

Изключително съществена и, може би, най-оригинална част от дисертацията е предложеният нов механизъм, свързващ вариациите на геомагнитното поле с тези на озона, водната пара и приземната температура чрез верига от причинно-следствени връзки. Тези разглеждания изглеждат убедителни и, според мен, имат характера на доста правдоподобна хипотеза.

Веригата от причинно-следствени връзки между геомагнитното поле и климата е вградена в регионалния климатичен модел RegCM, като направените числени експерименти показват, че предлаганият механизъм наистина би могъл да бъде един от факторите на регионалните особености на вариациите на климата.

Според мен моделът RegCM е подходящо избран и грамотно приложен, така че резултатите от компютърните симулации и тяхната интерпретация не будят съмнение.

Научни и научно-приложни приноси.

В общи черти приемам приносите в дисертационния труд, така както са формулирани от автора. Тук ще ги изброя отново, като ще се опитам съвсем накратко да ги коментирам и категоризирам:

- Изследвана е пространствената нехомогенност на геомагнитното влияние върху интензитета на ГКЛ в ниската атмосфера: **получаване и доказване на нови факти**;
- Теоретично е аргументирана геомагнитната «фокусировка» на високо-енергетичните частици в определени региони от земната повърхност: **получаване и доказване на нови факти**;
- Установени са пространствено-времевите измерения на свързаността на ГКЛ с озона и водната пара в близост до тропопаузата, с приземната температура, както и на взаимозависимостите помежду им: **получаване и доказване на нови факти**;
- Открит е нов източник на озон в максимума на Пфотзер (т.е. в близост до тропопаузата) и е създаден химичен модел за продукцията на ОЗ: **получаване и доказване на нови факти**;
- Предложен е механизъм за влиянието на ниско-стратосферния озон върху приземната температура и респективно върху климата на Земята: **формулиране на оригинална и много правдоподобна хипотеза**;
- Веригата от причинно-следствени връзки между геомагнитното поле и климата е вградена в регионалния климатичен модел RegCM, като направените числени експерименти потвърждават валидността на предлагания механизъм: **проверка на направената хипотеза и демонстрация на нейната състоятелност**.

Работата има изцяло фундаментален характер. Не виждам възможност за непосредствено приложение на резултатите. Откриването на причината пораждаща регионалните особености в изменението на климата, обаче, би могло да намери непосредствено практическо приложение в прогностичните модели на климата. Последните изследвания показват, че съвременните климатични модели завишават температурата и влажността във високата тропосфера. Това определено води до

прогнозирането на нереалистично висок тренд в ръста на приземната температура. По-адекватното прогнозиране на бъдещите климатични изменения има огромно значение за дългосрочното планиране на мерки както за ограничаване на климатичните промени, така и за смекчаване на последствията от тях.

Публикации по дисертационния труд.

Общият брой на статиите отразяващи различни аспекти от дисертационния труд, представени от автора е 33, от които 25 статии в научни списания и 8 – публикации в сборници от конференции. Подробна класификация на статиите според ранга на списанието и авторския колектив е дадена в следната приложената от автора Таблица.

	Списания с ИФ	Реферирани сп. без ИФ	Сборници	Общ брой
Самостоятелни	7	6	3	16
Първи автор	3	5	4	12
Втори или следващ автор	3	1	1	5

След получаването на званието „професор“ през март 2013 са публикувани общо 16 статии, от които 13 в научни списания и 3 в сборници от конференции.

Без съмнение работата на дисертанта е достойно представена в специализираната литература, като 13 от публикациите са в престижни списания с импакт-фактор.

Дисертантът не е представил данни за евентуални цитирания.

Личен принос на дисертанта.

Свързаните с дисертацията публикации са общо 33, като 16 от тях са самостоятелни, а в 12 дисертантът е първи автор. Това говори, че личният принос на дисертанта е решаващ за получените резултати.

Автореферат.

Представеният автореферат отразява коректно основното съдържание и научните приноси на дисертационния труд.

Забележки и препоръки.

Безспорно, едно от най-значимите научни постижения на Н. Килифарска е откриването на допълнителния източник на озон в ниската стратосфера. В тази връзка е и моята препоръка към автора – да опита вграждането на йонно-молекулярния механизъм за генерация на озон в подходящ климатичен модел. Давам си сметка, че това е изключително трудна задача, тъй като химичните блокове в съвременните GCM и CCMs (general circulation models and chemistry-climate models) не включват йонно-молекулярни реакции в ниската стратосфера. Решаването на този проблем, обаче, ще бъде още едно сериозно доказателство за реалната природа на предлагания механизъм.

Неравномерното пространствено разпределение на космическите лъчи достигащи ниските слоеве на атмосферата и респективно въздействието им върху озона, би могло да има съществено отношение към механизмите на генерация на някои вътрешно-атмосферните моди – например Сеево-Атлантическата осцилация (NAO).

Ето защо препоръчвам на автора да обърне внимание на тази възможност и да задълбочи изследванията си в тази насока.

Заклучение.

Дисертацията ни представя едно изследване в което несъмнено е вложен високо квалифициран труд и са получени много съществени и в истинския смисъл на думата оригинални резултати. Тя говори и за изключително високата професионална подготовка на нейния автор. Може да се твърди, че дисертацията напълно отговаря на изискванията към такъв труд. Ето защо, без никакви резерви, препоръчвам на уважаемото научно жури да присъди на проф. д-р Наталия Андреева Килифарска научната степен „доктор на физическите науки“ в професионално направление 4.4 Науки за Земята, научна специалност: 01.04.08 “Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство”.



03.04.2018 г.

член-кореспондент Костадин Ганев,
НИГГГ-БАН