

Рецензия

на проф. дфн Николай Милошев, член-кореспондент на БАН,
член на журито за присъждане на образователната и научна степен „доктор“
по професионално направление 4.4. Науки за Земята,
специалност „Физика на океана, атмосферата и околноземното пространство“

Дисертант: Румяна Цветанова Божилова

Тема на дисертационния труд: „Емпирично моделиране на йоносферните
характеристики над България“

Научен консултант: Борислав Андонов

Актуалност на темата

Използването на йоносферата за осъществяването на радиосвръзки на големи разстояния е една дългогодишна тематика на секция „физика на йоносферата“. От дълги години съществуват сътрудничества между секция „Физика на йоносферата“ и държавни институции, заинтересовани от информация за надеждно осъществяване на радиосвръзки. Предоставянето на прогнози за състоянието на йоносферата на тези органи е дългогодишна практика на Националния институт по геофизика, геодезия и география-БАН. Усъвършенстването на методите за прогнозиране на йоносферните характеристики е актуална задача, свързана с научно-приложната дейност на секцията.

Данни за докторанта

Кандидатът за получаване на образователната и научна степен „доктор“ Румяна Цветанова Божилова постъпва в Националния институт по геофизика, геодезия и география -БАН през 2014 г. на длъжност физик в секция "Физика на йоносферата". През 2016г. Румяна Божилова придобива образователно-квалификационната степен „магистър“ по специалност "Микроелектроника и информационни технологии" във Физически факултет към СУ "Св. Климент Охридски". Средният успех от магистратурата на кандидата е Отличен 5.86, което показва интереса на докторанта в областта на физиката. Темата на дипломната работа, която е разработена съвместно между НИГГ и Физически факултет носи заглавие "Система за автоматизирано събиране на геомагнитни данни" и е пряко свързана с научната дейност на департамент "Геофизика". По този начин Румяна

Божилова се свърза с конкретна работа по тематиката на департамента още по време на своето висше образование.

Данни за докторантурата

На 4.12.2019г. пред разширен семинар на департамент „Геофизика“, кандидатът Румяна Божилова напълно успешно представя проекто-дисертационен труд в почти завършен вид на своята работа за зачисляване в самостоятелна форма на обучение. След направеното изложение от кандидата е проведено гласуване на което всички присъстващи хабилитирани учени единодушно гласуват зачисляването на докторанта. За период от една година след зачисляването си със Заповед № 01-425/12.12.2019 от Директора на НИГГ-БАН кандидат- докторантът разработва своята тема до завършен вид и успява да изпълни всички изисквания на Центъра за обучение за явяване на предварително обсъждане за готовността на дисертационния труд. На 24.02.2021г. със заповед № 01-25/15.02.2021г. от директора на НИГГ е проведен разширен семинар на департамент „Геофизика“ за отчисляване и предварително обсъждане за готовността на дисертацията на докторанта Румяна Божилова. Приложения протокол от проведенния научен семинар е показателен, в присъствието на двама член-кореспонденти, седем професора и четирима доценти (общо 13 хабилитирани учени) направеното изложение от кандидата за отчисляване и предварително обсъждане на дисертационния труд е прието за допускане до защита.

По процедурата за защита на дисертационния труд са представени изискуемите документи съгласно Закона за развитие на академичния състав в република България (ЗРАСРБ) и Правилника за приложението му в Националния институт по геофизика, геодезия и география- БАН, а именно: молба до НС за разкриване на процедура за защита с опис на документите, доклад от ръководителя на департамента, протокол от заседанието на департамента, списък на публикациите с подpis на кандидата, заповед за зачисляване, заповед за отчисляване, протоколи за издържани изпити, диплома за висше образование, степен “магистър”, автобиография по европейски образец, дисертация и автореферат на дисертацията, както и CD със записани дисертация, списъка със статии на кандидата и автореферат в .pdf формат. Така изброените документи илюстрират, че са спазени всички изисквания на ЗРАСРБ относно легитимността на процедурата.

Познаване състоянието на проблема

Достатъчно големия брой цитирани работи, подробната информация, систематизирана в първа глава от дисертацията за това какво е йоносферата и нейното практическо значение, както и обстойното разглеждане на основните

процеси в йоносферата и математическите методи за анализ на данните, описани във втора глава ясно показват, че докторантът Румяна Божилова познава добре състоянието на проблема.

Данни за дисертационния труд

Представеният за защита дисертационен труд съдържа 116 страници текст, включително 65 фигури и 10 таблици. По своето съдържание дисертацията се състои от увод, шест глави и прилежащите им подглави, заключение и приноси на дисертационния труд.

Глава I от дисертацията, озаглавена „Йоносфера“ съдържа шест подглави, които подробно описват следното: история и структура на частта от Земната атмосфера, наречена „Йоносфера“; нейното практическо приложение, като е акцентирано върху наклоненото разпространение на радиовълните в йоносферата; описан е и методът за вертикално изследване на йоносферата A1; направен е обстоен преглед на йоносферните изследвания в България и по-конкретно за гр. София.

II глава „Основни процеси в йоносферата. Математически методи, използвани при анализа на данните“ се състои от две подглави като в нея се разглеждат процесите йонизация, рекомбинация и пренос на плазмата в йоносферата, а също така и основните дефиниции за случаини процеси като математическо очакване, среден квадрат, дисперсия, стандартно отклонение, корелационна и автокорелационна функция. В тази глава добре е описано използваното преобразуване на филтрирания индекс на геомагнитната активност Кр базирайки се на съображенията за инертността на йоносферата по време на геомагнитни смущения.

В III глава „Анализ на данните за България. Чрез изследване на денонощните, сезонни, слънчеви и геомагнитни зависимости на основните йоносферни характеристики над България“, представени в съставляващите я три подглави, се илюстрират изчерпателно резултатите за вариациите на двете най-важни йоносферни характеристики - $foF2$ и $MUF3000$ на базата на йоносферна станция KOS89/2 за периода 1995-2014г. В тази глава са представени намерените зависимости на критичните честоти на йоносферата от вариациите на слънчевата и геомагнитна активност, получени чрез регресионен и корелационен анализ. Въведени и описани са модифицирани индекси на слънчевата, геомагнитна активност и критичните честоти на йоносферата.

Глава IV “Краткосрочно прогнозиране на йоносферните характеристики под въздействие на геомагнитни аномалии и късоперiodичните вариации на слънчевата активност” има четири подглави и в нея е реализирана основната задача на настоящия дисертационен труд, а именно синтезиране на емпиричен модел за прогнозиране на състоянието на йоносферата над България. В началото

на тази глава е направен подробен обзор на емпиричното моделиране на ионосферата до момента като разработените модели са разделени на модели за средносрочно и краткосрочно прогнозиране, а тези две категории от своя страна съдържат следните подкатегории: глобални, регионални и локални емпирични модели. Следва изложение на емпиричния модел, стоящ в основата на дисертацията, който се състои от следните независими компоненти: изчисление на т. нар. медиани, които са характеристика на спокойното състояние на ионосферата, посредством измерени стойности до текущия момент време и прогнозиране на отклонението от тези медиани в следствие на изменението в слънчевата и геомагнитна активност. При определяне на константите на модела широко е използван методът на най-малките квадрати. При разработването на модела е предвидено той да бъде синтезиран отделно за дневните и нощни часове. Важна част от емпиричното моделиране е представянето на грешките на получените по модела и измерени стойности на величините. В края на IV глава са детайлно изложени отклоненията на моделните критични честоти от данните за вертикалния сондаж на ионосферата, като е представено прогнозиране в реално време.

Глава V „Определяне на основните ионосферни характеристики по данни на TEC“ обхваща три подглави и е самостоятелно решение на проблема за липсата на данни при невъзможност за получаване на информация от вертикалното сондиране чрез ионосферна станция. За целта е използвана величината TEC, която представлява „интеграл на ионосферната електронна концентрация за цялата ионосфера по линия, вертикална в дадена точка от повърхността на Земята.“ Предимството на този тип данни е, че те са със свободен достъп, предоставен любезно от Center for Orbit Determination of Europe (CODE), и тяхното разпределение е в гъста географска мрежа със стъпка 2.5° по ширина и 5° по дължина. В дисертацията е разгледана най-близката точка до София с координати сходни до тези на ионосферна станция „Плана“. Избраният времеви интервал на базата на който са представени регресионните зависимости между TEC и критичните честоти на ионосферата е 1999-2014г. поради факта, че в този период има данни едновременно за всички подбрани величини. Получените зависимости са обосновката за създаване на модел за преминаване от TEC в foF2 и MUF3000, като са представени и получените регресионни коефициенти в двата модела в зависимост от сезона и локалното време. Получената средна грешка е практически равна на нула, а средноквадратичната грешка е в рамките на допустимото. Много подробно е направена и оценка на достоверността на предлаганата методика за връзка между критичните честоти и TEC като е представено сравнение на реконструираните ионосферни величини по формулатите (V.1.1 и V.1.2) и измерените такива за период от 15 години. Илюстрирани са примери за които са пресметнати съответните средно и средноквадратично

отклонение и са сравнени с получените такива за целия избран интервал от време.

Последната VI глава “Изчисление на радиотрасета” е теоретична обосновка за изчисление на радиотрасета при наклонено разпространение на радиовълните от данните, получени чрез вертикалното сондиране на йоносферата. В края на тази глава има пример, който показва, че чрез получените от емпиричния модел йоносферни величини $foF2$ и $MUF3000$ могат да се определят и основните характеристики на дадено трасе – минималната и максимална приложима честота. На фигура VI.3 са показани три наклонени йонограми на базата на моделния профил на електронната концентрация при зададена дистанция на радиосвръзката, съответно: 0-100км, 250км и 500км, показващи практическото приложение на преобразуванието.

След основните шест глави на дисертацията е представено заключение на получените резултати последвано от основните приноси на настоящия труд на Румяна Божилова. Библиографската литературна справка, представена в самия край, съдържа 72 заглавия, като 3 са на български език, 5 са на руски език, 63 са на английски език и една уеб-страница, касаеща International Reference Ionosphere (IRI).

Авторефератът е 41 страници и представлява добре подбрана извадка на цялото изследване.

Научни приноси на дисертацията

В своята дисертация Румяна Божилова представя следните основни приноси:

- За дълъг период от 20г. (1995-2014г.) е изследвана денонощната и сезонна реакция на йоносферата над страната. Като резултат е определена сезонната зависимост на инерността на йоносферните реакции отделно за дневни и за нощи условия, което е и новото в настоящия дисертационен труд.
- Един съществен принос, който е и целта на дисертацията е създадения емпиричен модел за определяне на критичните честоти над България, в който най-новото е разделянето на дневни и нощи условия, както и въвеждането на допълнителни времезакъснения на реакцията на критичните честоти. Този модел се синтезира за всеки час на базата на данни през изминалите 15 денонощия и стойности на индексите на слънчевата и геомагнитна активност.
- От голямо значение е новосъздадения емпиричен модел за получаване на критичните честоти на йоносферата над България от данни за тоталното електронно съдържание (TEC). Благодарение на намерените връзки между разглежданите величини се предлага методика, осигуряваща възможността да се получи информация за състоянието на йоносферата над страната ни дори при отсъствие на данни от вертикалния сондаж.

- Едно от основните приложения на йоносферата е получаването на радиовръзки чрез еднократно или многократно отражение на радиовълните през тази част от Земната атмосфера. В настоящата работа е добре описан метод за изчисление на диапазона от допустими честоти на радиосвръзка на базата на прогнозните стойности на критичните честоти. Методиката позволява да се определят и основните параметри, а именно минимална приложима честота (LUF) и максимална приложима честота (MUF) при зададено разстояние на радиосвръзката. Резултатите от прогнозираните LUF и MUF, както и оптималната честота на радиосвръзката (FOT) за три различни дистанции съответно: 0-100км; 250км и 500км са достъпни на сайта на Националния институт по геофизика, геодезия и география-БАН.

Публикации по темата на дисертационния труд

Резултатите от научните изследвания, свързани с дисертационния труд на докторанта Румяна Божилова са публикувани в 3 научни статии в нереферирани списания с научно рецензиране под формата на доклади от международни мероприятия представени в пълен текст. Представените статии напълно отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, правилника за приложението му в Националния институт по геофизика, геодезия и география и Центъра за обучение на БАН. И в трите представени работи Румяна Божилова е водещ автор.

Заключение

Отчитайки по-горе описаните факти, посочени в рецензията, считам че дисертационният труд на Румяна Цветанова Божилова съдържа научни и научно-приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката и напълно отговарят на изискванията както на ЗРАСРБ, така и на Правилника за приложението му в Националния институт по геофизика, геодезия и география към Българска академия на науките. Положен е много труд и са получени резултати, които са от голямо значение за практическото приложение на йоносферните изследвания, а именно изчисление на радиотрасета при зададена дистанция на радиосвръзката. Всичко това ми дава основание, без никакви резерви, да препоръчам на уважаемото научно жури да присъди на Румяна Цветанова Божилова образователната и научна степен „доктор“.

Дата: 19.04.2021г.

гр. София

/чл.-кор. проф. дн Николай Милошев/