

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ  
НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО  
ГЕОФИЗИКА, ГЕОДЕЗИЯ И ГЕОГРАФИЯ  
№ 8901/14.04.2021 г.  
СОФИЯ

## СТАНОВИЩЕ

на чл.-кор. Петър Йорданов Велинов (ИКИТ - БАН),

член на научно жури със заповед на Директора на НИГГГ-БАН

№ 01-45/22.03.2021г.

на дисертационния труд на тема:

"Емпирично моделиране на йоносферните характеристики над България"

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

в областта на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика;

профессионално направление 4.4. Науки за Земята, научна специалност

„Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство“.

на Румяна Цветанова Божилова

докторант в самостоятелна форма на обучение към департамента „Геофизика“ на

Националния институт по геофизика, геодезия и география - БАН,

секция „Физика на йоносферата“

Научен консултант: доц. д-р Борислав Андонов

### Дисертабилност на разглеждания труд

Преди да започна настоящата рецензия аз трябва да си отговоря на въпроса: Дали представеният труд е дисертабилен? След обстойно проучване на труда установих, че разработваният в тази дисертация проблем е особено важен и актуален за йоносферната и космическа физика. Още през 60-те и 70-те години на миналия век (пред-компютърната ера) се появиха първите опростени модели на йоносферата на Несторов-Серафимов. Те бяха необходими да обяснят резултатите от нашите йоносферни измервания. В това отношение разглеждания дисертационен труд представлява качествен скок, едно ново модерно ниво на изследване с помощта на съвременни математически и статистически методи за анализ.

Това ми дава основание да твърдя, че изследваният проблем е интересен, съществен и дисертабилен и е напълно достоен за една дисертация.

### **Биографични данни за докторанта**

Румяна Цветанова Божилова завърши магистратура по специалност „Микроелектроника и информационни технологии“ във Физически факултет на СУ „Климент Охридски“ през 2016 г. и от 01.01.2020 е зачислена в самостоятелна докторантura в НИГГ-БАН, секция „Физика на йоносферата“.

### **Общо описание на дисертационния труд**

Темата на дисертацията е "Емпирично моделиране на йоносферните характеристики над България". Целта на дисертацията е разработка на усъвършенстван емпиричен модел за краткосрочно прогнозиране на характеристиките на йоносферата над България с цел изготвяне на прогнози за радиосвръзките при задена дистанция. При изготвянето на прогнозите да се отчитат прогнозите за слънчевата и геомагнитна активност. Важна част от дисертацията е изискването да се осигури замяната на текущите данни от вертикалното сондиране на йоносферата с оценъчни стойности на йоносферните характеристики на базата на данни от вертикалното totally електронно съдържание (TEC) по данни от глобалната спътникова навигационна система. Решението на последната задача е наложено от прекратяването на дейността на станцията за вертикално сондиране на йоносферата.

Дисертацията съдържа 116 страници, включващи 65 фигури и 10 таблици. Дисертационният труд е разделен на Увод, 6 глави и заключение. Списъкът на използваната литература съдържа 72 източника и е приложен след основните приноси на дисертационния труд.

В уводната част е формулирана задачата на дисертационния труд, описана е неговата структура и са изказани благодарности.

В първа глава са представени основните сведения за структурата на йоносферата, както и исторически сведения за йоносферните изследвания в България.

В втора глава описва основните физически процеси в йоносферата, определящи нейната изменчивост под въздействие на деновонощното време, сезона, слънчевата и геомагнитна активност.

В трета глава е представен подробен анализ на данните от вертикалното сондиране на йоносферата в България чрез йоносондата KOS89/2. Чрез

корелационен и регресионен анализ са определени зависимостите на критичните честоти на йоносферата от вариациите на слънчевата и геомагнитна активност. Обосновано е използването на модифицирани индекси на слънчева и геомагнитна активност.

В четвърта глава са представени функционалните зависимости, използвани при синтеза на пълния емпиричен модел за прогнозиране на критичните честоти на йоносферата. Те са избрани на основата на анализа, представен в глава 3. Предложеният емпиричен модел съдържа две независими части- прогнозиране на спокойното състояние на йоносферата на базата на предисторията и прогнозиране на отклонението от него под въздействие на вариациите в слънчевата и геомагнитна активност, получавани от световните центрове за прогнозиране на космическото време. Константите на модела (отделно за всеки календарен месец и отделно за дневни и нощи условия) са определени по метода на най.малките квадрати.

Представена е статистика на отклоненията на модела от данните, като е симулирано прогнозиране в реално време.

Глава пета съдържа решение на допълнителната задача на дисертационния труд- заместване на данните от вертикалното сондиране на йоносферата с данни на базата на ТЕС.

Шеста глава разглежда методика за изчисление на радиотрасета при наклонено разпространение на радиовълните чрез данните от вертикалното разпространение. Получените от модела за краткосрочно прогнозиране критични честоти се оказват достатъчни за изчисление на параметрите на радиотрасето – минималната и максимална приложима честота при зададена дистанция на радиосвръзката.

#### **Основни приноси на дисертационния труд**

##### **Създаден е нов емпиричен модел на йоносферата над България.**

Представените в края на дисертационния труд (стр. 110) четири по-конкретни и детайлни приноси доказват, че поставената задача за моделиране е изпълнена успешно. Новите моменти в този емпиричен модел са въвеждане на отделни параметри за дневни и нощи условия, както и въвеждане на допълнителни време-закъснения на йоносферната реакцията от геомагнитната активност поради явлението на пренос от полярни към средни ширини.

#### **Забележки и препоръки към докторанта**

Показаната на фиг. IV.3.1 и IV.3.2 зависимост на средноквадратичната грешка на прогнозите от сезона притежава максимуми на грешката през равноденствените месеци, която очевидно се дължи на недостатъчната точност на прогнозата на спокойното състояние (показана с червен цвят). Вероятно това повишение на грешката се дължи на недостатък на възприетия метод за прогнозиране на спокойното състояние. Усъвършенстването на този метод е целесъобразно да бъде предмет на бъдещата работа на докторанта.

### **Публикации по дисертационния труд**

3 броя доклади на национални и международни конференции (в пълен текст), като две от публикациите са на английски език, а една на български. Прави добро впечатление, че и в трите работи докторантът е първи автор.

### **Автореферат**

Авторефератът е в обем 41 страници и отразява реалистично основните моменти от дисертацията.

### **Заключение**

Считам че дисертационният труд на Румяна Цветанова Божилова на тема: "**Емпирично моделиране на йоносферните характеристики над България**" съдържа важни научни резултати, които представляват оригинален принос в йоносферната и космическата физика. Рецензираната работа показва, че кандидатът притежава задълбочени познания в областта на планетарната геофизика и космофизика и има способност за самостоятелни научни изследвания. Дисертационният труд отговаря напълно на всички изисквания на ЗРАСРБ и Правилника за неговото приложение.

Приносите са значими и достатъчни. Първият и най-важен принос е, че е **построен нов емпиричен йоносферен модел за България**. Това ми дава основание да дам изцяло положителна оценка на представения ми за рецензия дисертационен труд и да препоръчам на уважаваното Научно жури да присъди на **Румяна Цветанова Божилова**

образователната и научна степен „доктор“ в областта на висше образование  
4. Природни науки, математика и информатика;  
профессионален наравление 4.4. Науки за Земята;  
научна специалност „Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство“.

София

12.04.2021г.

International Day of Cosmonautics & Astronautics

The 60-th anniversary of first human spaceflight.

Рецензент:

чл.-кор. Петър Йорданов

Велинов