

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Котовой Дарьи Сергеевны  
«Исследование формирования лучевых траекторий и поглощения коротких  
радиоволн в ионосфере во время геомагнитных бурь»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика».

Короткие волны находят широкое применение как для целей радиосвязи, так и для изучения ионосферы посредством зондирования радиоволнами. Ионосфера – трехмерно неоднородная, нестационарная и анизотропная среда. Эффективное функционирование радиоэлектронных систем различного назначения в значительной мере зависит от понимания механизмов распространения радиоволн в ионосфере и наличия данных о состоянии среды распространения в зависимости от геофизических условий.

Диссертационная работа Котовой Д.С. посвящена актуальной теме – исследованию распространения и поглощения коротких волн в ионосфере во время магнитных бурь. Для достижения поставленной цели Котова Д.С. применяет метод численного моделирования. Распространение коротких волн в ионосфере описывается в приближении геометрической оптики. Применительно к слабо неоднородной среде такой подход применяется широко.

Новизна исследования Котовой Д.С. в части, касающейся численного моделирования коротких волн в ионосфере, состоит в разработке единого программного комплекса для ЭВМ, объединяющего численный алгоритм расчета лучевых траекторий и поглощения коротких волн с динамической Глобальной Самосогласованной Моделью Термосферы, Ионосферы и Протоносферы (ГСМ ТИП, ЗО ИЗМИРАН).

Модель ГСМ ТИП, в отличие от широко применяемой справочной модели ионосферы, позволяет в основном описать динамику ионосферных параметров во время магнитных бурь. Адекватность выбранной модели среды заданным геофизическим условиям подтверждается в работе Котовой Д.С. сравнением результатов численных расчетов с экспериментальными данными, полученными на сети ионозондов и сети наземных приемников сигналов спутников GPS.

Отличительная черта исследований, проведенных Котовой Д.С., по сравнению с другими состоит в сочетании подробного анализа динамики основных ионосферных слоев по мере развития каждой моделируемой магнитной бури с количественным анализом особенностей формирования лучевых траекторий и поглощения коротких волн в возмущенных условиях по сравнению со спокойными. Причем проводится анализ распространения обеих нормальных волновых мод в трехмерно неоднородной анизотропной ионосфере.

Характерные времена развития отклика ионосферной плазмы на развитие магнитной бури, как известно, различны на высотах нижней и верхней ионосферы. Этот факт учтен в работе Котовой Д.С. при сравнении динамики лучевых траекторий и поглощения коротких волн в верхней и нижней ионосфере по мере развития каждой магнитной бури. В работе Котовой Д.С. рассмотрены также особенности распространения коротких волн в волновых каналах между ионосферными слоями, как в низкоширотной, так и в высокоширотной ионосфере.

Анализ распространения гармонических сигналов диапазона коротких волн в ионосфере дополнен исследованием развития дисперсионных искажений широкополосных (ЛЧМ) сигналов в ионосфере. Для этой цели в работе обоснована методика представления каждого широкополосного сигнала в виде последовательности волновых пакетов.

Адекватность результатов численного моделирования распространения и поглощения коротких волн в ионосфере, полученных в диссертационной работе Котовой Д.С., подтверждается также корректностью применения методов вычислительной физики.

Основные положения, выносимые на защиту в диссертационной работе Котовой Д.С., достаточно полно отражены в автореферате. Работа Котовой Д.С. прошла достаточную апробацию на научных конференциях, а основные результаты опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК. Это также свидетельствует о достаточно высоком уровне работы и квалификации соискателя.

Вместе с тем, исходя из содержания автореферата, можно отметить следующие недостатки диссертационной работы:

- 1) Анализ процесса распространения коротких волн в ионосфере в различных геофизических условиях не дополнен исследованием формирования сигналов ионосферного распространения волн в точке приема для конкретных радиотрасс.
- 2) Практическая значимость результатов работы была бы выше при наличии сравнения экспериментальных и теоретически построенных ионограмм вертикального и наклонного зондирования ионосферы.

Однако перечисленные недостатки не имеют принципиального характера. Содержание автореферата указывает, что диссертационная работа Котовой Д.С. актуальна и имеет новизну, практическую значимость, представляет собой законченное научное исследование и удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - Радиофизика.

Синявский Николай Яковлевич, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики и химии Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота (БГАРФ) Калининградского государственного технического университета,  
236029, ул. Молодежная 6, г. Калининград, раб. тел.: +7 (4012) 92-51-17,  
e-mail: [sinyavsky\\_physics@bga.gazinter.net](mailto:sinyavsky_physics@bga.gazinter.net)

Диссертация защищена по специальности: 01.04.03 – Радиофизика.

12 октября 2015 г.



д.ф.-м.н., профессор Синявский Н.Я.

Подпись Синявского Н.Я. заверяю:

Проректор по научной работе Калининградского государственного технического университета

Н.А Кострикова