

## 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

Состояние ионосферы оказывает существенное влияние на работы различных радиотехнических средств, использующих декаметровый диапазон длин волн. При решении вопросов проектирования, разработки и эксплуатации указанных средств важно понимание влияния среды распространения на выбранные параметры излучаемого сигнала (в первую очередь на энергетические, спектральные и поляризационные характеристики) и ожидаемые траектории его распространения. Знание этих вопросов позволяет корректно оценивать как эффективность работы радиотехнических систем декаметрового диапазона длин волн, так и технических решений заложенных при их проектировании и разработке. В диссертационной работе Котовой Д.С., посредством соединения двух моделей: модели лучевого распространения и затухания коротких радиоволн и глобальной самосогласованной модели термосферы, ионосферы и протоносферы (ГСМ ТИП, ЗО ИЗМИРАН) исследуются именно эти вопросы, что свидетельствует о прикладном характере проведенных исследований. При этом основное внимание уделяется влиянию такого сложного магнитоионосферного явления как глобальное ионосферное возмущение в период геомагнитных бурь, что само по себе является актуальной и мало изученной фундаментальной задачей. Научная ценность проведенных исследований заключается в том, что они расширяют понимание влияния указанного явления на пространственные характеристики распространения радиоволн и энергетические параметры излучаемых и принимаемых сигналов.

Диссертация Котовой Д.С. посвящена исследованию особенностей распространения и поглощения радиоволн декаметрового диапазона в ионосфере в периоды геомагнитных бурь в сравнении со спокойными условиями. Такой подход позволяет выявить ключевые особенности распространения в этих условиях. В основу решения основной задачи исследований был положен подход дальнейшего развития численной модели распространения радиоволн декаметрового диапазона в ионосфере посредством замены описания модели среды. С этой задачей автор успешно справилась. Помимо этого был проведен большой объем работы по сравнению результатов основных ионосферных параметров, рассчитанных по модели ГСМ ТИП с данными прямых наблюдений.

К наиболее значимым результатам исследований, полученных в работе можно отнести:

- впервые использована динамическая модель системы термосфера-ионосфера (ГСМ ТИП) вместо эмпирических и усредненных моделей верхней атмосферы и ионосферы Земли для исследования пространственных и энергетических характеристик распространения;

- проведено исследование распространения радиоволн на экваториальных, среднеширотных и высокоширотных трассах в периоды двух геомагнитных бурь и

осуществлено сравнение полученных результатов с периодом спокойных геофизических условий на этих же трассах;

- показано, что в силу эмпирического подхода при разработке модели IRI-2012 (некоторого усреднения параметров модели для спокойных и возмущенных условий) отклик на геомагнитную бурю данной модели меньше по порядку величин в сравнении с ГСМ ТИП, что приводит к тому, что практически отсутствуют изменения лучевых траекторий во время геомагнитной бури, построенных с использованием модели IRI-2012;

- использование численного модуля ГСМ ТИП, позволило отразить влияние гребня экваториальной аномалии и дополнительного F3 слоя на прохождение радиоволн декаметрового диапазона;

- использование предложенного автором подхода позволило выявить возникновение во время геомагнитных бурь энергетически более выгодных условия для канального распространения и образования верхнего луча.

Диссертация Котовой Д.С. имеет практическое значение, которое заключается в том, что результаты, полученные с использованием разработанного автором алгоритма, могут быть использованы для улучшения прогноза условий распространения радиоволн в период геомагнитных возмущений во всех регионах ионосферы. Сами результаты докладывались и обсуждались на международных и отечественных научных конференциях, представлены в печати и достаточно хорошо известны научной общественности. Исследование Котовой Д.С. проведено на высоком уровне и при взаимодействии с несколькими научными коллективами в смежных научных областях.

Полученные результаты и выводы четко сформулированы в автореферате и полностью отражают положения, выносимые на защиту.

В качестве замечаний можно отметить:

- 1) При приведении результатов сравнения модельных расчетов ионосферных параметров с данными прямых измерений более уместной была бы ссылка на численные результаты адекватности полученных результатов с использованием известных статистических критериев, а не ограничение словесным описанием. Кроме того, не совсем корректно использование выражения «Предполагается, что построение модельных лучевых траекторий КВ в среде с использованием ГСМ ТИП могло бы соответствовать реальности» для подтверждения эффективности использования предложенной модели.

- 2) При приведении результатов расчетов в возмущенные дни было бы полезно кратко охарактеризовать исследуемые бури с точки зрения индексов геомагнитной активности, а также привести конкретные численные значения отклонения foF2 от медианного значения. Знание индексов позволяет определить в каком проценте времени (в возмущенных условиях) наблюдается согласие с прямыми измерениями.

- 3) В автореферате часто встречаются утверждения, которые являются общеизвестными: например, в пункте «научная новизна и ценность диссертационной работы» 4 (б, в)); на стр.14 – о влиянии отклоняющего и неотклоняющего поглощений.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации Котовой Д.С.

На основании вышеизложенного полагаю, что диссертационная работа Котовой Дарьи Сергеевны «Исследование формирования лучевых траекторий и поглощения коротких радиоволн в ионосфере во время геомагнитных бурь» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиопизика.

Старший научный сотрудник  
научно-тематического центра №2  
Открытого акционерного общества  
«Научно-производственный комплекс  
«Научно-исследовательский институт дальней радиосвязи»

кандидат технических наук, доцент

Трекин Вячеслав Владимирович

Почтовый адрес: 127083, ул. 8 Марта, дом № 10, строение 5, г. Москва.  
раб.тел.: 8-495-232-0006, доб. 43-52  
e-mail: [news197@mail.ru](mailto:news197@mail.ru)

Подпись Трёкина В.В. удостоверяю

Учёный секретарь  
Открытого акционерного общества  
«Научно-производственный комплекс  
«Научно-исследовательский институт дальней радиосвязи»

кандидат технических наук, профессор

Корозупов Олег Николаевич

раб.тел.: 8-495-723-9027

«30» октября 2015 года

