

«УТВЕРЖДАЮ»

Вр. и. о. директора ФГБНУ

Полярный геофизический институт,

доктор физ.-мат. наук

В.Б. Козелов

«26» октября 2015 г.

183010, г. Мурманск, ул. Халтурина,

д.15, ПГИ, телефон (8152) 25-39-58,

факс (8152) 25-35-59,

эл. почта: general@pgi.ru

www.pgia.ru



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Котовой Дарьи Сергеевны «Исследование формирования лучевых траекторий и поглощения коротких радиоволн в ионосфере во время геомагнитных бурь», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиоп физика

Диссертационная работа Котовой Д.С. посвящена *актуальной проблеме* - исследованию особенностей распространения и поглощения коротких волн (КВ) в земной ионосфере. Актуальность этой проблемы обусловлена тем, что, несмотря на развитие новых средств связи, современные КВ-системы продолжают играть важную роль. По своим основным параметрам они вполне могут конкурировать со спутниковыми системами связи, при этом являясь значительно дешевле последних. Они могут использоваться не только для обеспечения дальней и космической радиосвязи, но и для работы навигационных систем и загоризонтных радиолокаторов, хозяйственное и оборонное значение которых в современных условиях трудно переоценить. Однако, на работу КВ-систем влияет состояние земной ионосферы, которое может существенно изменяться в периоды геомагнитных бурь.

Автор формулирует *цель работы* как исследование закономерностей формирования лучевых траекторий и поглощения энергии КВ в ионосфере как в магнитоспокойных условиях, так и в периоды геомагнитных бурь.

В ходе выполнения диссертационной работы решались следующие взаимосвязанные *задачи*:

1) разработанная ранее (в 2007 году) в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования Балтийском федеральном университете имени Иммануила Канта (ФГАОУ ВПО БФУ им. И. Канта) численная трехмерная модель распространения коротких волн в ионосфере, построенная в приближении геометрической оптики для слабонеоднородной среды, была модернизирована за счет использования в ней более совершенной эмпирической модели среды, а именно IRI-2012 (International Reference Ionosphere-2012);

2) был разработан новый вариант указанной выше модели распространения коротких волн в ионосфере, в котором для задания модели среды была использована численная, являющаяся глобальной и динамической ГСМ ТИП (Глобальная Самосогласованная Модель Термосферы, Ионосферы и Протоносферы), разработанная ранее в Западном отделении ИЗМИРАН;

3) было проведено сравнение основных параметров F области ионосферы, рассчитанных по моделям ГСМ ТИП и IRI-2012, с данными наблюдений мировой сети ионозондов и приемников сигналов навигационных спутниковых систем в периоды двух геомагнитных бурь (2-3 мая 2010 г. и 26-29 сентября 2011 г.);

4) для периодов указанных выше двух геомагнитных бурь с использованием рассчитанных по моделям параметров ионосферы и атмосферы были проведены численные расчеты для исследования формирования лучевых картин КВ и их поглощения в ионосфере применительно к экваториальной и высокоширотной ионосфере как в предшествующих бурям спокойных условиях, так и в условиях магнитных бурь;

5) был проведен анализ дисперсионных искажений при распространении сложных сигналов в трехмерно неоднородной анизотропной ионосфере на основе динамического представления таких сигналов (в виде последовательности волновых пакетов).

Результаты решения перечисленных выше задач составляют основное содержание диссертации, которая состоит из введения, четырех глав основного материала, заключения, приложений, а также содержащего 194 ссылки списка цитируемой литературы, обзору которой посвящена первая глава диссертации.

Автор диссертации **выносит на защиту четыре положения.**

В первом положении констатируется, что разработан новый вариант численной трехмерной модели распространения КВ в ионосфере, построенной в приближении геометрической оптики для слабонеоднородной среды, в котором могут использоваться как эмпирическая (IRI-2012), так и численная

(ГСМ ТИП) модели среды. Это положение развивается и обосновывается во второй главе диссертации.

Второе положение выносит на защиту результаты численных расчетов, выполненных при помощи разработанного нового варианта численной модели распространения КВ и посвященных исследованию формирования лучевых картин КВ и их поглощения в ионосфере применительно к экваториальной и высокоширотной ионосфере как в предшествующих магнитным бурям спокойных условиях, так и в условиях магнитных бурь, причем эти расчеты выполнены с применением как эмпирической (IRI-2012), так и численной (ГСМ ТИП) моделей среды. Это положение развивается и обосновывается в третьей главе диссертации.

В третьем положении на основании результатов численных расчетов автор диссертации представляет выявленные в работе особенности формирования лучевых картин КВ и их поглощения в экваториальной и высокоширотной ионосфере как в предшествующих бурям спокойных условиях, так и в условиях магнитных бурь. Это положение развивается и обосновывается в третьей главе диссертации.

Четвертое положение выносит на защиту результаты анализа дисперсионных искажений при распространении сложных сигналов в трехмерно неоднородной анизотропной ионосфере на основе динамического представления таких сигналов (в виде последовательности волновых пакетов). Это положение вытекает из результатов четвертой главы диссертации.

Таким образом, автором получен ряд *новых результатов*. Прежде всего это новый вариант численной трехмерной модели распространения КВ в ионосфере, в котором могут использоваться как эмпирическая (IRI-2012), так и численная (ГСМ ТИП) модели среды. Далее, при помощи расчетов по новому варианту численной модели распространения КВ автором выявлены новые особенности формирования лучевых картин КВ и их поглощения в экваториальной и высокоширотной ионосфере в условиях магнитных бурь. И наконец, получены новые результаты анализа дисперсионных искажений при распространении сложных сигналов в трехмерно неоднородной анизотропной ионосфере.

Полученные автором результаты, в частности разработанный новый вариант численной модели распространения КВ, могут найти *практическое применение* для получения сверхкраткосрочного прогноза условий распространения и приема КВ-сигналов как в спокойных условиях, так и во время магнитных бурь.

Корректность постановки задач и методов их решения, а также согласие полученных результатов численных расчетов параметров среды с экспериментальными данными свидетельствуют в пользу *достоверности* полученных результатов. Кроме того, полученные результаты находятся в качественном и количественном согласии с результатами модельных расчетов, опубликованными ранее другими авторами.

Одним из *методов исследования*, применяемым в диссертационной работе является метод математического моделирования, который включает в себя ряд этапов, в том числе: физическую постановку задач; формулировку исходных уравнений; выбор методов численного решения исходных уравнений; разработку алгоритмов и компьютерных программ, а также их отладку; проведение серий модельных расчетов; анализ результатов расчетов; сравнение полученных результатов расчетов с данными наблюдений; формулировку научных выводов. Выполнение автором диссертации перечисленных этапов работы, даже при содействии научного руководителя и соавторов статей, свидетельствует о высокой квалификации автора диссертации.

Основные результаты работы были *апробированы* на российских и международных научных семинарах, симпозиумах и конференциях, а также опубликованы в российских и международных научных изданиях. По теме диссертации опубликовано 26 работ, из них 17 статей и 9 тезисов докладов. В том числе 4 работы опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций.

Диссертация представляет собой законченное научное исследование, содержащее новые научные результаты в области физики ионосферы и распространения радиоволн. Рекомендуется *использовать полученные результаты* в организациях, занимающихся исследованиями земной ионосферы и распространения радиоволн, в частности, в ИЗМИРАН, ИКИ РАН, Институте солнечно-земной физики СО РАН, НИРФИ, Полярном геофизическом институте, ААНИИ, БФУ им. И. Канта, ИКФИА им. Ю.Г. Шафера СО РАН.

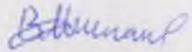
Работа хорошо оформлена и написана понятным языком.

Диссертация была доложена автором и обсуждена на семинаре Апатитского отделения Полярного геофизического института 5 марта 2015 года.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

В целом, диссертация Д.С. Котовой удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, она является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение имеющей важное значение задачи о влиянии магнитных бурь на закономерности формирования лучевых траекторий и поглощения энергии КВ в ионосфере. Таким образом, Котова Дарья Сергеевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиопизика.

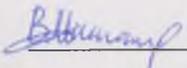
Отзыв составлен зав. сектором вычислительного эксперимента ФГБНУ «Полярный геофизический институт» (ФГБНУ ПГИ) доктором физ.-мат. наук, профессором Мингалёвым В.С.


Мингалёв В.С.

184209, г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Академгородок, д. 26 а,
телефон (815-55) 79-608, факс 7-43-39, e-mail: mingalev@pgia.ru
специальность 01.02.05

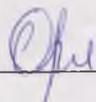
Отзыв обсужден и одобрен на семинаре сектора вычислительного эксперимента с участием сотрудников сектора теоретического моделирования и лаборатории радиопросвечивания ФГБНУ ПГИ 26 октября 2015 года, протокол № 3.

Председатель Семинара,
д.ф.-м.н., проф.


Мингалёв В.С.

184209, г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Академгородок, д. 26 а,
телефон (815-55) 79-608, факс 7-43-39, e-mail: mingalev@pgia.ru

Секретарь Семинара,
к.ф.-м.н.


Орлов К.Г.

184209, г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Академгородок, д. 26 а,
телефон (815-55) 79-591, факс 7-43-39, e-mail: orlov@pgia.ru

Подписи Мингалёва В.С. и Орлова К.Г. удостоверяю,
Ученый секретарь ФГБНУ «Полярный геофизический
институт»,
д.ф.-м.н.




Головчанская И.В.

184209, г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Академгородок, д. 26 а,
телефон (815-55) 79-553, факс 7-43-39, e-mail: golovchanskaya@pgia.ru