

## ОТЗЫВ

*на автореферат диссертации Носикова Игоря Анатольевиче «Прямой вариационный метод для расчета траекторных характеристик КВ радиотрасс в ионосфере», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 — «Радиофизика».*

Представляемая И.А. Носиковым к защите диссертационная работа является результатом обширных исследований, направленных на поиск альтернативных подходов к решению граничной задачи расчета траекторных характеристик волн КВ диапазона на трассах различной протяженности. В работе найден и изложен подход решения указанной задачи на основе минимизации функционала фазового пути. Изучены математические особенности соответствующей вариационной задачи, построены алгоритмы и программное обеспечение для численного построения всего множества решений граничной задачи при распространении КВ в горизонтально неоднородной изотропной ионосфере. Разработанные алгоритмы и реализующее их программное обеспечение прошло апробацию на реальных экспериментальных данных, что подтверждает достоверность полученных в диссертации результатов. Как следствие, практическая значимость диссертационной работы не вызывает сомнения. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при решении задач моделирования распространения радиоволн КВ диапазона на заданных радиотрассах, а также задач прогнозирования КВ радиосвязи.

Выполненные в диссертации исследования позволили получить ряд новых научных результатов, имеющих существенное значение для моделирования и прогнозирования распространения радиоволн в ионосфере, в частности: разработан новый способ расчета лучевых траекторий КВ с заданными положениями передатчика и приемника; получены данные о типах экстремумов верхних и нижних лучей, позволившая создать вариационный метод решения граничной задачи; способ глобальной оптимизации множества лучей с заданными граничными условиями.

Актуальность выполненных диссертантом исследований не вызывает сомнений. Обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечена сравнением результатов с работами других авторов и экспериментом. Результаты диссертационной работы опубликованы в 4 статьях в рецензируемых журналах из списка ВАК, а также прошли апробацию на всероссийских и международных конференциях.

Автореферат в целом написан достаточно ясным языком и аккуратно оформлен. По стилю изложения материала замечаний нет.

По существу содержания автореферата можно высказать следующие замечания.

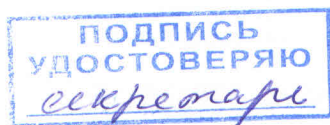
- 1. На стр.11 приведен функционал для изотропной среды. Как следствие, развитый подход не учитывает влияние геомагнитного поля, т.е. заведомо уступает методу характеристик, на основе которого строятся различные способы решения граничной задачи. На сколько сложно распространить предложенный вариационный метод на анизотропную ионосферу? Метод характеристик это делает практически автоматически и не накладывает ограничений на среду в рамках геометрооптического приближения. На сколько при этом возрастет вычислительная трудоемкость?*
- 2. На стр.13 автореферата сказано: «Сведение задачи к поиску локальных минимумов позволяет использовать любые численные схемы минимизации...». Однако предложенный вариационный подход является задачей на поиск локального минимума с большим количеством переменных (десятки или сотни в зависимости от требуемой точности). Остается непонятным как эффективно в вычислительном отношении решается эта задача? Каковы вычислительные затраты предложенных алгоритмов в сравнении с упомянутыми в работе методом характеристик для построения лучевой траектории и, например, методом пристрелки для решения граничной задачи, который автор критикует?*
- 3. Метод характеристик плюс, например, метод пристрелки в неоднородной анизотропной ионосфере позволяет решать все задачи моделирования и прогнозирования характеристик КВ: строить лучевые траектории обыкновенных и необыкновенных лучей, вычислять геометрическую расходимость лучей, определять столкновительные потери, напряженность поля волны в зоне приема, доплеровское смещение частоты в нестационарной ионосфере и т.д. Без всего указанного множества характеристик задачи моделирования и прогнозирования КВ каналов не решаются. Как все эти характеристики определяются при вариационном подходе? Автор работы эти вопросы почему-то не обсуждает. Или предполагается после построения лучевой траектории вариационным методом снова прибегнуть к методу характеристик, но уже с известными начальными данными?*

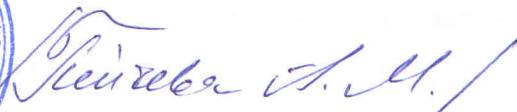
Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации И.А. Носикова и не затрагивают её основные результаты.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842 «О порядке присуждения учёных степеней», а её автор Носиков Игорь Анатольевич заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Вертоградов Геннадий Георгиевич,  
344090, г. Ростов-на-Дону, ул.Зорге, д.5,  
физический факультет Южного федерального университета;  
тел./факс: (863)2-97-51-20;  
E-mail:vertogradovgg@gmail.com, ggvetrogradov@sfnedu.ru;  
профессор кафедры радиофизики физического факультета  
Федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»  
доктор физико-математических наук, специальность 01.04.03 – радиофизика;  
ученое звание: старший научный сотрудник по специальности «Радиофизика»

 Г.Г. Вертоградов





7.04.2021