

Отзыв

на автореферат диссертации Игоря Анатольевича Носикова
“Прямой вариационный метод для расчета траекторных характеристик
КВ радиотрасс в ионосфере”, представленной к защите на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.03—«радиофизика»

Целью представленной диссертационной работы Носикова И.А. является развитие математического метода нахождения краевого решения в задаче ионосферного прохождения радиоволн на основе вариационного подхода к построению пространственных траекторий переноса излучения в ионосферной плазме. Такой метод является альтернативой классической процедуре поиска решения двухточечной задачи варьированием начальных условий в задаче Коши. Решение данной задачи имеет как фундаментальное значение, связанное с теоретическими радиофизическими аспектами распространения электромагнитных волн в неоднородных анизотропных средах, так и прикладное, связанное с работой радиокommunikационных систем, использующих ионосферу как передающую среду. Метод исследований, имитационное моделирование и, в конечном счете, приложение результатов к реальным данным наклонного радиозондирования ионосферы следует рассматривать как значительный шаг в развитии современных вычислительных возможностей, в интерпретации экспериментальных данных и прогнозировании работы радиотехнических средств декаметрового диапазона.

Автор последовательно решает поставленную задачу: во введении сформулированы цели диссертации и обосновывается научная значимость проведенных исследований.

В первой главе обсуждаются методы решения задач расчета лучевых траекторий с начальными и граничными условиями, показаны области в частотно-угловой плоскости, для которых классический метод вариации углов выхода - “пристрелки” является слабоустойчивым, что и определяет потребность адаптации вариационного подхода на основе принципа Ферма, успешно зарекомендовавшего себя для решения задач в различных разделах естественных наук.

Во второй главе представлены постановка задачи и математическое описание предлагаемого вариационного подхода к расчету радиолучей, основанного на прямой минимизации функционала фазового (оптического) пути. Достижением автора является классификация экстремумов функционала для различных семейств лучевых траекторий в средах с нелинейной высотной зависимостью электронной плотности, что и определило пути построения соответствующих алгоритмов нахождения решений в двухточечной задаче.

Метод оптимизации для нахождения как верхних, так и нижних лучей и алгоритм поиска неоднозначных решений в двухточечной задаче описывается в третьей главе. Несомненным достоинством алгоритма является универсальность его реализации и устойчивость в традиционно трудных областях применения классического метода “пристрелки”.

Примеры применения разработанного подхода для задач, включающих в себя как простейшие модельные зависимости электронной плотности от высоты с аналитическими решениями лучевых уравнений, так и для современных статистических моделей ионосферы, представлены в четвертой главе. Несомненно интересным результатом является интерпретация ионограмм наклонного радиозондирования ионосферы – частотной зависимости группового пути на фиксированной дальности с использованием международной модели ионосферы – IRI.

Имеются некоторые замечания по представленным результатам:

1. На рис. 5 представлены результаты сопоставления рассмотренного подхода с классическим способом построения краевых решений, однако, их понимание затруднительно без отображения высотного профиля электронной плотности.
2. В применении разработанного метода к экспериментальным данным – рис. 6, б автор упустил возможность продемонстрировать его возможности в сложной области близкой локализации лучевых траекторий верхних лучей моды 1E и нижних лучей моды 1F2 и оценить влияние ненаблюдаемого в реализации слоя E ионосферы на частотную зависимость группового запаздывания нижней ветви моды 1F2.

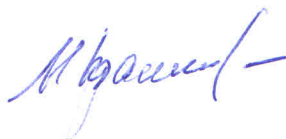
В целом, диссертационная работа представляет собой конкретное законченное исследование, обладающее несомненной научной новизной, теоретической и практической ценностью, и соответствует

квалификационным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор работы, Носиков Игорь Анатольевич, вполне заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико–математических наук по специальности 01.04.03—«радиофизика».

Ведущий научный сотрудник ФГБУН Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН (ИЗМИРАН)

доктор физ.-мат. наук,
01.04.03 - радиофизика



И.В. Крашенинников

108840, г. Москва, г. Троицк, Калужское шоссе, 4, ИЗМИРАН.

Тел. +7(495)8510279 e-mail: krash@izmiran.ru.

Подпись Игоря Васильевича Крашенинникова заверяю

Ученый секретарь ИЗМИРАН,
кандидат физ.-мат. наук



А.И. Рез

“ 19 ” апреля 2021 г.