

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сусанны Зейтуллаевны Беккер  
**«Вероятностно-статистические модели нижней невозмущенной среднеширотной ионосферы, верифицированные по данным наземных радиофизических измерений»**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 -Физика атмосферы и гидросферы

Диссертация Сусанны Зейтуллаевны Беккер посвящена построению вероятностно-статистических моделей невозмущенной среднеширотной D-области ионосферы и их использованию для прогноза распространения СДВ радиоволн. Для построения математических моделей используются эмпирические данные и вероятностное моделирование эффектов с последующей их верификацией на основе большого массива данных наблюдений. Статистический подход является в некоторых случаях очень полезным для оценки вероятностных характеристик радиосигналов, распространяющихся в неоднородных нестационарных средах, каковой является D-область ионосферы.

Автореферат открывается подробной общей характеристикой диссертации, где представлены актуальность темы, цели и задачи работы, основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость проведенных исследований. Далее следует краткое содержание работы, состоящей из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников. В конце приведен список работ из 6 публикаций автора по теме диссертации и 26 публикаций в других научных изданиях. Автореферат содержит 26 страниц, 8 рисунков, 9 таблиц.

В разделе "Общая характеристика диссертации" обосновывается актуальность темы диссертационной работы, излагается современное состояние проблемы, дается общая постановка задач, описывается краткое содержание работы по главам.

Первая глава посвящена историческому обзору развития моделирования D-области ионосферы и основным характеристикам наиболее общеизвестных моделей нижней ионосферы.

В второй главе приведены результаты разработки эмпирическо-статистических моделей невозмущенной среднеширотной D-области ионосферы с проведением статистической обработки банков данных концентрации электронов. Проводится сопоставление преимуществ и недостатков эмпирических и теоретических моделей D-области. Показано, что основным недостатком моделей всех типов является отсутствие верификации по экспериментальным радиофизическим данным и детерминированный характер.

В третьей главе приведены результаты разработки вероятностной плазмохимической модели невозмущенной среднеширотной D-области ионосферы на основе пятикомпонентной системы дифференциальных уравнений ионизационно-рекомбинационного цикла D-области ионосферы. Сделан вывод о невозможности корректного описания рассматриваемой среды медианными значениями электронной концентрации и необходимости перехода к плотности функции вероятности.

В четвертой главе проведена верификация разработанных диссертантом вероятностно-статистических моделей нижней ионосферы на основе экспериментальных данных радиофизических измерений, полученных в ГФО "Михнево". В результате верификации определены области применимости вероятностно-статистических и вероятностно-плазмохимических моделей.

Научная новизна и практическая значимость полученных результатов обоснованы в тексте автореферата и не вызывают сомнений. Разработанные в диссертации модели являются первыми вероятностными моделями D-области. Создание корректной модели проведено на основе существующих разработок, в частности, стандартных моделей ионосферы, дополненных собственными исследованиями диссертанта.

К несомненным достоинствам работы следует отнести то, что разработанная вероятностно-статистическая модель допускает дальнейшее усовершенствование в виде учета естественных и искусственных возмущений путем модификаций уравнений ионизационно-рекомбинационного типа. Также этот подход позволяет восстановить состояние ионосферных параметров по радиофизическим измерениям распространения радиоволн СДВ-диапазона, т.е. решить обратную задачу.

В качестве замечаний отметим следующее:

- Формулировки важнейших результатов недостаточно конкретны, при этом формулировки выводов заключения автореферата представляются более удачными и содержат конкретные подтвержденные результаты диссертации.
- Автореферат выглядит перегруженным таблицами с данными экспериментов.

Судя по автореферату, диссертация Беккер С.З. удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым у кандидатским диссертациями, а её автор Беккер С.З. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 - Физика атмосферы и гидросферы.

Евгений Анатольевич Мареев

603950, г. Нижний Новгород. БОКС - 120, ул. Ульянова, 46.

mareev@appl.sci-nnov.ru, +7(831) 416-47-92

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФРАН)

603950, г. Нижний Новгород. БОКС - 120, ул. Ульянова, 46.

Руководитель Отделения геофизических исследований ИПФ РАН,

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Я, Мареев Евгений Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Подпись Е.А. Мареева заверяю

Мареев Е.А.

Ученый секретарь ИПФРАН  
Корюкин И.В.