

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Тащилина А.В.
"Формирование крупномасштабной структуры
ионосферы в спокойных и возмущенных условиях",
представленной на соискание ученой степени доктора
физико-математических наук по специальности 25.00.29 –
физика атмосферы и гидросферы**

Диссертационная работа Тащилина А.В. посвящена исследованию влияния процессов взаимодействия ионосферы с плазмосферой и магнитосферой на формирование крупномасштабной структуры ионосферы Земли при различных геофизических условиях, включая магнитные бури. Ввиду сложности изучаемого объекта (земной ионосферы), это исследование проводится при помощи метода математического моделирования, который включает в себя: физическую постановку задачи; формулировку исходных уравнений, граничных и начальных условий; выбор или разработку методов численного решения исходных уравнений, проведение анализа устойчивости разностных схем и алгоритмов их решения; разработку компьютерных программ и их отладку; определение сценариев вариантов модельных расчетов и алгоритмов их анализа; проведение серий модельных расчетов; сравнение полученных результатов расчетов с данными наблюдений. Выполнение автором диссертации лично или успешное руководство работой коллег на всех перечисленных этапах применяемого метода математического моделирования свидетельствует о высокой квалификации диссертанта.

Само направление выполненных в диссертации исследований безусловно актуально, поскольку результаты работы могут быть использованы в области прогнозирования космической погоды. Такое прогнозирование в последние годы становится всё более необходимым, поскольку околоземное космическое пространство постепенно превращается в арену научной и хозяйственной деятельности людей. Вокруг Земли вращается огромное количество космических аппаратов, в том числе и пилотируемых людьми. Ионосфера, окружающая земной шар и лежащая на высотах примерно от 50 до 1000 км, представляет собой смесь частично ионизованных газов и является именно той плазменной оболочкой нашей планеты, благодаря которой возможна радиосвязь между объектами на поверхности Земли, отстоящими друг от друга на расстояния, превышающие расстояние прямой видимости антенны.

Радиоволны распространяются над Землей, отражаясь поочередно от её поверхности и от ионосферы, и описывают при этом скачкообразные траектории в волноводе Земля – ионосфера. Поскольку поведение ионосферы весьма изменчиво как в пространстве, так и во времени, то это обстоятельство сильно влияет на прохождение радиоволн и затрудняет их использование для дальней радиосвязи и загоризонтной радиолокации, хозяйственное и оборонное значение которых в современных условиях трудно переоценить. Поэтому исследования физических процессов, влияющих на состояние ионосферы, представляют интерес не только с научной, но и с практической точки зрения.

Наиболее ценными результатами, полученными в диссертации, представляются следующие:

1) разработана и реализована численная физико-математическая модель формирования крупномасштабной структуры ионосферы при различных геофизических условиях, включая магнитные бури;

2) создана теория диффузионного заполнения геомагнитных силовых трубок тепловой ионосферной плазмой, и эта теория применена для интерпретации наблюдаемой крупномасштабной структуры ионосферы;

3) исследованы особенности формирования суточных, сезонных и циклических вариаций параметров среднеширотной ионосферы в геомагнитно-спокойных условиях на основе созданной модели ионосферно-плазмосферной связи, включая эффекты взаимодействия магнитосопреженных областей;

4) исследованы механизмы образования крупномасштабной структуры ионосферы на авроральных и полярных широтах в спокойных и геомагнитно-возмущенных условиях;

5) исследованы реакции ионосферы и плазмосферы на относительно быстрые (длительностью $\sim 1-3$ ч) воздействия естественного характера, обусловленные спорадическими возмущениями параметров термосферы и солнечного излучения.

Полученные в диссертации результаты являются новыми и значительными. Важным достоинством работы является то, что разработанная и реализованная численная физико-математическая модель формирования крупномасштабной структуры ионосферы основана на представлении о глобальной динамике ионосферной плазмы в результате совместного действия следующих основных процессов: (1) фотохимии с учетом ударной ионизации энергичными магнитосферными электронами; (2) диффузии электронно-

ионного газа с учетом нейтрального ветра; (3) заполнения плазмосферы, опустошаемой во время геомагнитных возмущений; (4) дрейфа плазмы поперек геомагнитных силовых линий под действием электрического поля магнитосферной конвекции; (5) теплопереноса в ионосферной плазме с учетом обмена энергией между заряженными и нейтральными частицами; (6) переноса и термализации сверхтепловых (фото-) электронов вдоль геомагнитных силовых линий.

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно опубликованы как в российских, так и в зарубежных научных изданиях.

В целом на основании автореферата, опубликованных работ автора и заслушанных на различных научных конференциях докладов считаю, что диссертационная работа А.В.Тащилина посвящена актуальной теме, представляет собой крупный целенаправленный научный труд, выполнена на достаточно высоком научном уровне, содержит новые научные результаты, а ее автор заслуживает присвоения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Зав. сектором вычислительного эксперимента

Полярного геофизического института

Кольского научного центра РАН

(184209, г. Апатиты, Мурманской обл.,

ул. Академгородок, д. 26 а),

доктор физ.-мат. наук, профессор

В. Мингалёв
14.04.2014

Мингалёв Виктор Степанович

Подпись *Мингалёв В. С.*
по месту работы удостоверяю
Начальник общего отдела
Кольского научного центра РАН *С.М. Розберг*
" 14 " апреля 2014

