

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Дашкевич Жанны Владимировны «Моделирование и дистанционное зондирование ионосферы в области электронных высыпаний», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Работа Ж. В. Дашкевич посвящена разработке и применению численных моделей изменений компонент газового состава, ответственных за появление и динамику полярных сияний, возникающих при воздействии энергичных частиц на термосферу во время солнечных событий. Численное моделирование основано на решении системы нестационарных балансных уравнений, которые описывают процессы диссипации и перераспределения энергии в области полярных сияний, инициированных потоками высыпающихся авроральных электронов. Эти исследования были начаты автором более 30 лет назад. Они включают разработку и применение нестационарной численной модели авроральной ионосферы, исследование особенностей основных авроральных эмиссий во время полярных сияний, влияние высыпающихся электронов и атмосферных газов на интенсивность эмиссий атомарного кислорода, разработку методов диагностики химического состава высокоширотной ионосферы, а также методов восстановления характеристик высыпающихся частиц и их энергетических спектров. Выполнено объемное и систематическое исследование, существенно расширяющее наши знания о природе и механизмах солнечно-атмосферных связей.

Актуальность исследований связана с тем, что возмущения в ионосфере влияют на распространение радиоволн и могут приводить к сбоям в работе систем связи. Наиболее сильные ионосферные возмущения возникают из-за усиления потоков энергичных электронов во время событий на Солнце, которые вызывают свечения верхней атмосферы в виде полярных сияний. Несмотря на многолетние наблюдения полярных сияний, остаются существенные противоречия в количественных оценках эффективности разных каналов преобразований энергии при формировании атмосферных эмиссий, что создает трудности при интерпретации наблюдений и при прогнозировании влияния возмущений ионосферы на радиосвязь. Разработка и применение численных моделей позволяет устранить эти противоречия и приблизиться к решению актуальной проблемы прогнозирования космической погоды.

Практическая значимость результатов работы определяется возможностью применения разработанных численных моделей и методов в задачах прогнозирования

космической погоды и определения характеристик возбужденной ионосферы в реальном масштабе времени. Разработанные в диссертации физико-химические модели могут быть использованы, как блоки более общих динамических моделей ионосферы Земли и других планет. Эти модели были применены при выполнении ряда (не менее пяти) проектов РАН и международных организаций.

Научная новизна определяется в первую очередь разработкой новой нестационарной модели авроральной ионосферы, которая описывает процессы возбуждения компонент ионосферной плазмы электронным ударом и последующее перераспределение выделяющейся энергии при фотохимических реакциях. Модель учитывает 56 газовых и ионных компонент и соответствует международным стандартам в подобных исследованиях. Важным преимуществом разработанной автором модели является ее относительная простота, которая позволяет получить явные соотношения, связывающие отклик ионосферы с энергией электронного потока, которые удобны для интерпретации наблюдений.

Разработанная модель позволила получить ряд новых результатов о механизмах взаимодействий во время полярных сияний. Впервые обнаружено влияние столкновительных взаимодействий атомов и ионов азота с кислородом, которые влияют на интенсивность красного свечения атомарного кислорода. Впервые продемонстрировано сильное влияние окиси азота на подавление интенсивности зеленого свечения атомарного кислорода. Впервые восстановлены и исследованы особенности энергетических спектров высыпающихся электронов, которые формируют лучистые структуры в полярных сияниях. Новые методики, предложенные в диссертации, полезны и могут использоваться в задачах прогнозирования космической погоды и для определения ионосферных вариаций. Продемонстрирована применимость этих методик для прогнозирования планетарного распределения интенсивности излучения в видимой и ультрафиолетовой областях спектра.

Диссертация Ж. В. Дашкевич состоит из введения, 5-ти глав и заключения. Общий объем 314 стр., включая 127 рисунков, 14 таблиц и список литературных источников из 223 наименований.

В главе 1 описана разработанная нестационарная физико-химическая модель авроральной ионосферы, учитывающая 56 физико-химических процессов. Модель описывает вариации состава и эмиссий, вызванные потоками высыпающихся авроральных электронов, и позволяет рассчитывать высотные профили интенсивности эмиссий атомарного кислорода и полос нейтрального и ионизированного молекулярного азота, а также высотные профили ионов и концентрации электронов.

Глава 2 посвящена тестированию указанной численной модели с использованием данных ракетно-спутникового эксперимента. Получено удовлетворительное согласие рассчитанных и наблюдаемых компонент газового и ионного состава.

В главе 3 рассмотрены механизмы, приводящие к основным атмосферным эмиссиям, регистрируемым в полярных сияниях. В частности, получен важный вывод о влиянии окиси азота на процессы возбуждения зеленой и красной эмиссий атомарного кислорода. Получены оценки содержания окиси азота в области электронных высыпаний на основе фотометрических измерений.

В главе 4 рассмотрены задачи, связанные с диагностикой и прогнозированием состояния ионосферы в области полярных сияний. Разработана методика определения потока высыпающихся электронов и состояния ионосферной плазмы по данным спектрофотометрических наблюдений полярных сияний, методика оценки высотных профилей концентрации окиси азота в полярных сияниях, методик моделирования планетарного распределения интенсивностей свечения и полной электронной концентрации.

Глава 5 посвящена методике расчета синтетических спектров оптического излучения в полярных сияниях. Разработан алгоритм для расчета синтетических спектров эмиссии молекулярного азота. Входными параметрами являются энергетический спектр высыпающихся электронов, модель нейтрального ветра и характеристики регистрирующего прибора.

В качестве замечания можно отметить недостаточное внимание к оценке чувствительности разработанных моделей к погрешностям в задании скоростей фотохимических реакций, значений концентрации атмосферных газов и других параметров моделей. Эти погрешности могут возникать из-за неточностей и недостатка измерений, а также вследствие суточных, сезонных и многолетних изменений в ионосфере. Погрешности задания параметров модели могут влиять на точность численных расчетов и требуют специальных оценок.

Однако, это замечание не умаляет большой работы, проделанной диссертантом и важности полученных результатов. Работа прошла апробацию в виде докладов на 14 международных конференциях и на многочисленных Всероссийских семинарах и конференциях. Результаты работы широко представлены в печати. Всего опубликовано 30 научных работ, включая 14 статей в рецензируемых журналах категории К1 по списку ВАК, 12 статей в трудах международных конференций и 4 статьи в сборниках трудов Кольского научного центра РАН.

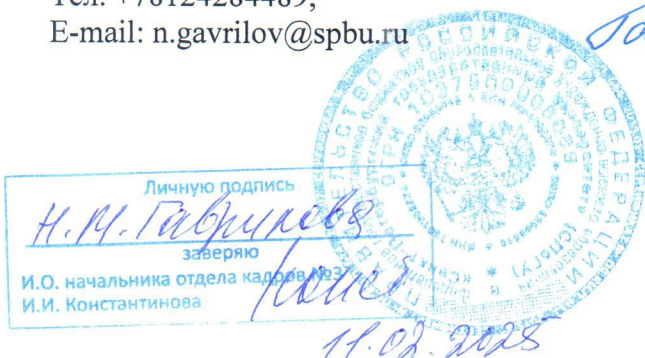
Отмеченное выше позволяет утверждать, что диссертационная работа Дашкевич Жанны Владимировны «Моделирование и дистанционное зондирование ионосферы в области электронных высыпаний» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (пункты 9 – 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 г.), а ее автор безусловно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Официальный оппонент

Гаврилов Николай Михайлович,
доктор физико-математических наук,
код диссертации 01.04.12 – Геофизика,
профессор кафедры физики атмосферы,
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский
государственный университет,
Рабочий адрес: 198504, Санкт-Петербург,
Петергоф, ул. Ульяновская д. 1
Тел. +78124284489,
E-mail: n.gavrilov@spbu.ru

Гаврилов

Гаврилов Н. М.



Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/export.htm>