

Отзыв на автореферат диссертации Дашкевич Жанны Владимировны, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.6.18 - науки об атмосфере и климате на тему «Моделирование и дистанционное зондирование ионосферы в области электронных высыпаний»

Диссертационная работа Ж.В. Дашкевич посвящена актуальной проблеме физики атмосферы и ионосферы, связанной с изучением особенностей оптического излучения полярных сияний и важной для развития методов диагностики и прогнозирования возмущений в высокоширотной ионосферной плазме. Полярные сияния являются наиболее ярким проявлением авроральных высыпаний в высокоширотную ионосферу, где являются доминирующим источником энергии, определяющим как структуру ионосферы, так и динамику протекающих в ней процессов. Интенсивность свечений полярных сияний зависит от характеристик высыпающегося потока электронов, формирующих электродинамическую обстановку ионосферы в локальных зонах аврорального овала.

В диссертации изложены результаты многолетних успешных теоретических исследований характеристик излучений полярных сияний и эффективности физико-химических механизмов, ответственных за формирование аврорального излучения. На основе решения системы нестационарных балансных уравнений, описывающих процессы диссипации и перераспределения энергии в области полярных сияний, вызванных потоками высыпающихся авроральных электронов, автором диссертации создана и апробирована уникальная нестационарная вычислительная физико-химическая модель авроральной ионосферы в высотном диапазоне 80-300 км для расчета характеристик возмущенной ионосферной плазмы и высотных профилей объемной интенсивности оптического излучения в локальной зоне, где происходят высыпания электронов. Входными параметрами разработанной модели являются модель нейтральной атмосферы и энергетический спектр потока высыпающихся электронов. Во входных параметрах предложенной модели заложен учет солнечной и геомагнитной активности, поскольку состав нейтральной атмосферы, а также вид и интенсивность потока высыпающихся электронов зависят от условий космической погоды. Модель показала удовлетворительное согласие с результатами прямых измерений.

Разработанная физико-химическая модель авроральной ионосферы позволяет проводить детальное исследование процессов взаимодействия электронного потока с ионосферной плазмой для выяснения механизмов возбуждения оптических эмиссий и описывает прохождение пучка энергичных электронов через атмосферу, в результате которого возникает комплекс физико-химических реакций, в которых образуются возбужденные и ионизированные компоненты ионосферы. Автором показано, что образующиеся при этом возбужденные и ионизированные составляющие ионосферы связаны между собой большим числом различных реакций (модель включает 56 физико-химических процессов).

Предложенный автором способ вычисления скоростей возбуждения атомов и молекул и образования ионов связывает первичный спектр электронов с величиной выделившейся энергии прямым соотношением, в котором учтены все рожденные в ионизационных процессах поколения электронов. Это существенно упрощает процедуру расчетов и позволяет судить о происходящих в ионосфере процессах в реальном времени.

Разработанная модель позволяет получать высотные профили ионов и возбужденных атомов и молекул, в том числе, что очень важно, возбужденный атомарный кислород, который при спонтанном излучении (потери энергии) образует основные линии полярных сияний - красную и зеленую линии атомарного кислорода (630.0 нм и 557.7 нм). Автором исследованы механизмы возбуждения этих основных линий атомарного кислорода, имеющих наибольшую интенсивность в полярных сияниях.

Фундаментальным результатом, полученном с помощью разработанной модели авроральной ионосферы, является обнаружение факта, что в возбуждении эмиссий 630.0 нм на высотах 110-150 км существенный вклад вносят столкновительные реакции с участием нечетного азота, которые ранее считались незначительными, а на возбуждение зеленой линии (557.7 нм) оказывает влияние окись азота (NO). Интенсивность этой эмиссии становится тем меньше, чем больше концентрация NO. Показано, что интенсивности основных эмиссий полярных сияний, (557.7 нм и 630.0 нм), слабо зависят от формы спектра высыпающихся электронов.

В диссертации разработан комплекс диагностических методик с использованием фотометрических данных об интенсивности основных авроральных эмиссий, позволяющих определить концентрацию окиси азота в области полярных сияний по интенсивностям эмиссий 557.7 нм, 630.0 нм и 427.8 нм, которая зависит не только от данной мгновенной обстановки, но и от предыстории событий в этой области. Автором предложена методика восстановления высотных профилей энерговыделения по данным all-sky камер с широким регистрирующим диапазоном, а также алгоритм расчета планетарного распределения интенсивностей авроральных эмиссий и концентраций электронов по эмпирическим моделям электронных высыпаний. Впервые исследованы характерные особенности и форма энергетического спектра высыпающихся электронов, формирующих лучистые структуры полярных сияний, ранее подобный анализ проводился только для спокойных дуг и полос полярных сияний.

К недостаткам автореферата можно отнести отсутствие списка работ других авторов по близкой проблеме и их цитирование, хотя во Введении на стр. 4 сказано, что «в литературе существует ряд противоречий в результатах, касающихся количественных оценок эффективности отдельных каналов диссипации». Однако эти ссылки не приведены. Другим недостатком текста автореферата является отсутствие информации о дате и месте получения экспериментальных данных, приведенных на рис. 1, для сопоставления рассчитанных и измеренных высотных профилей концентрации ионов. Отсутствие даты не позволяет читателям понять, в каких условиях космической погоды проводились наблюдения, и этот вопрос в автореферате не обсуждается.

Однако эти недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Ж.В. Дашкевич. Автором получен ряд серьезных фундаментальных результатов, важных для физики атмосферы и ионосферы. Не вызывает сомнений актуальность, новизна, обоснованность и достоверность полученных результатов. Результаты работы доложены на всероссийских и международных научных конференциях, опубликованы в журналах, включенных в список ВАК.

Работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 1.6.18 – науки об атмосфере и климате. Автор работы, несомненно, заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук.

Доктор физ-мат. наук, профессор

Главный научный сотрудник ИФЗ РАН



Клейменова Н.Г.

Научная специальность, по которой в 1980 г защищена докторская диссертация: 01.04.12-«Геофизика», научная специальность, по которой в 2000 г. присвоено звание профессора: 25.00.29 - «Физика атмосферы и гидросферы»

Контактные данные: тел.+8(916)0704617, эл. почта: ngk1935@yandex.ru

Наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (сокращенное название: ИФЗ РАН): 123242, г. Москва, Б. Грузинская ул., д. 10, стр. 1. Тел.: +7 (499) 766-26-56, Факс: +7 (499) 766-26-54

Подпись Натальи Георгиевны Клейменовой заверяю

Ученый секретарь ИФЗ РАН



Лиходеев Д. В.

15 января 2025