

## Отзыв

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

Основная фундаментальная задача, на решение которой направлена диссертация Ж.В. Дашкевич посвящена теоретическому исследованию характерных особенностей оптического излучения полярных сияний, подробному анализу эффективности физико-химических процессов, ответственных за формирование аврорального излучения, а также проблеме возмущенной ионосферной плазмы в области полярных сияний. Основой для решения поставленных задач является разработка модельных представлений для вычисления параметров возмущенной ионосферной плазмы, а также интенсивностей оптического излучения в зоне высыпаний энергичных электронов. Актуальность и важность решения этой проблемы не вызывает сомнения, поскольку свойства и закономерности этих явлений изучены далеко не полностью.

Основным методом исследования является численное моделирование физико-химических процессов, протекающих в высокоширотной ионосферной плазме во время авроральных высыпаний заряженных частиц. Численное моделирование основано на решении системы нестационарных балансных уравнений, которые описывают процессы диссипации и перераспределения энергии в области полярных сияний, иницированных потоками вторгающихся авроральных электронов.

Научная новизна, состоящая из 10 пунктов, позволяет судить о глубине проникновения в исследуемую проблему, изучения ее со всех аспектов научного подхода – теоретических и экспериментальных. Достоверность полученных результатов, т.е. разработанной модели диссипации энергии в области высыпаний, подтверждается согласием полученных модельных расчетов с выводами ракетно-спутниковых и наземных экспериментов.

Наиболее важные результаты, определяющие значимость и ценность работы, сводятся к следующему:

1. Разработана нестационарная физико-химическая модель авроральной ионосферы, описывающая процессы возбуждения электронно-колебательных состояний компонент ионосферной плазмы прямым электронным ударом с последующим перераспределением выделившейся энергии посредством физико-химических реакций, протекающих в области полярных сияний на высотах 95-250 км. Модель включает в себя

56 реакций взаимодействия между составляющими ионосферы. Входными параметрами модели являются модель нейтральной атмосферы и энергетический спектр потока высыпавшихся электронов. Во входных параметрах модели заложен учет солнечной и геомагнитной активностей: состав нейтральной атмосферы, вид и интенсивность первичного потока высыпавшихся электронов зависят от активности солнечно-земной системы.

2. В области фундаментальных исследований получены следующие результаты:

- проанализированы эффективности всех известных потенциальных каналов возбуждения  $^1D$  состояния атомарного кислорода, являющегося источником эмиссии  $\lambda 630.0$  нм;
- исследовано влияние окиси азота на относительные вклады различных каналов в возбуждение атомов  $O(^1S)$ ;
- изучено влияние концентрации окиси азота  $NO$  на отношение интенсивностей эмиссий  $\lambda 557.7$  нм и  $\lambda 427.8$  нм, регистрируемых в полярных сияниях;
- получены численные оценки содержания окиси азота  $NO$  в полярных сияниях, сделанные на основе наземных фотометрических измерений интенсивности излучения в эмиссиях  $\lambda 427.8$ ,  $\lambda 557.7$  и  $\lambda 630.0$  нм в полуполном секторе аврорального овала;
- восстановлены и исследованы энергетические спектры высыпавшихся электронов  $f(E)$ , формирующих лучистые структуры в полярных сияниях;
- исследованы особенности двумерного распределения объемной интенсивности излучения внутри полосы полярного сияния;
- рассмотрено влияния параметров потока высыпавшихся электронов на эффективный коэффициент рекомбинации.

3. Разработаны и предложены методики дистанционной диагностики параметров потока высыпавшихся электронов и состояния ионосферной плазмы в области полярных сияний по данным спектрофотометрических наблюдений.

Эти результаты составляют основу вынесенных на защиту положений, которые достоверны и научно обоснованы.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Насколько можно судить по автореферату, диссертация Ж.В. Дашкевич удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям. Автор работы Жанна

Владимировна Дашкевич несомненно заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.18 - науки об атмосфере и климате.

«Я, Степанов Александр Егорович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, а также их дальнейшую обработку».

В.н.с. ИКФИА СО РАН,  
д.ф.-м.п., доцент

А.Е. Степанов

Отзыв составил Степанов Александр Егорович, доктор физико-математических наук по специальности 1.6.18 – науки об атмосфере и климате, доцент, ведущий научный сотрудник Института космических исследований и астрономии им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ИКФИА СО РАН), 677027, Россия, г. Якутск, пр. Ленина, д. 31, тел. 7 (4112) 39-04-75, E-mail: [a\\_e\\_stepanov@ikfia.ysn.ru](mailto:a_e_stepanov@ikfia.ysn.ru)

Подпись А.Е. Степанова заверяю.

Ученый секретарь ИКФИА СО РАН  
кандидат физ.-мат. наук



Е.Д. Бондарь

« 3 » февраля 2025 г.