

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Гаврилова Николая Михайловича на диссертацию Цыганенко Николая Алексеевича на тему «Моделирование магнитосферы на базе многолетних архивов космических и наземных данных», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Работа Н. А. Цыганенко посвящена разработке созданного автором нового направления солнечно-земных исследований - моделирование магнитосферы с использованием многолетних архивов спутниковых данных. Эти исследования автор проводил более 40 лет. Они включают разработку математических моделей магнитных полей основных внеземных источников, сочетающие достаточную простоту вычислений с гибкой и реалистичной геометрией токовых систем. Решение этой задачи позволило построить совокупность эмпирических моделей магнитосферы на базе больших наборов спутниковых данных. Разработанная за более чем 40 лет иерархия моделей оказалась полезной для количественного анализа космических и наземных явлений мировым сообществом исследователей.

Актуальность исследований связана с тем, что в околоземном пространстве возмущения на Солнце и в межпланетной среде сопровождаются перестройками геомагнитного поля, накоплением и взрывным высвобождением его энергии, аномальным разогревом верхней атмосферы, ускорением частиц в радиационных поясах, полярными сияниями, геомагнитно-индуцированными токами и рядом других явлений, объединяемых термином «космическая погода». Ввиду быстро и неуклонно растущей роли спутниковых технологий, понимание, моделирование и прогноз состояния земной магнитосферы становится всё более насущной задачей.

Практическая значимость результатов работы определяется возможностью применения моделей магнитосферы для анализа и прогнозирования состояния ионосферы при решении задач о распространении радиоволн и торможении низколетящих спутников в периоды различного рода возмущений. Это позволяет улучшить оценки космических и ионосферных эффектов для повышения эффективности радиосвязи и астронавигации в различных регионах России и мира.

Особенно следует выделить исследования диссертанта, связанные с разработкой системы эмпирических моделей магнитосферы. Для этого автору пришлось решить следующие основные задачи: формулировку и алгоритмизацию архитектуры моделей; накопление, систематизацию и редактирование огромных баз экспериментальных данных; создание и реализацию методов параметризации моделей с учетом внешних воздействий и геомагнитных индексов; тестирование моделей путем сравнения расчетов с наблюдениями. На протяжении многих лет автор осуществляет поддержку разработанных моделей и их совершенствование на основе опыта использования моделей и отзывов от сообщества пользователей. Выполнена также разработка компьютерных программ для модельных исследований. Разработанные модели открывают новые возможности для изучения и прогнозирования отклика ионосферы на различные солнечные и атмосферные возмущения. Они применимы также для изучения магнитосфер других планет, в частности Сатурна и Меркурия.

Результаты диссертации Цыганенко Н. А. достаточно полно описаны в большом количестве (более 80) публикаций в ведущих мировых рецензируемых журналах. Уровень публикаций высок, и заслуживает максимальной оценки. При работе над диссертацией

решен ряд важных научных задач, включая новые немодульные методы описания магнитосферы с переменной степенью разрешения и возможностью локальной фокусировки на отдельных областях; гибридный подход, объединяющий модульную архитектуру модельного магнитного поля и его формальное описание с высоким пространственным разрешением; разработку моделей, описывающих деформации магнитосферных структур, связанных с наклонами геодиполя и азимутальной компонентой межпланетного магнитного поля; объяснение чашеобразной деформации токового слоя в магнитосферах Сатурна и Земли; построение статистической модели характеристик плазмы в хвосте магнитосферы как функций параметров межпланетной среды; моделирование магнитосферы Меркурия по данным спутника MESSENGER, которое позволило выявить остаточную намагниченность коры планеты и оценить возраст её формирования

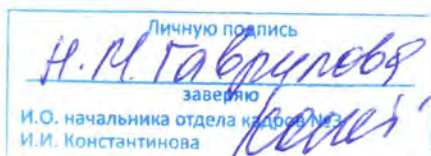
В качестве замечания можно отметить слишком смелое утверждение диссертанта, что эмпирические модели магнитосферы позволяют исследовать вековые изменения магнитосферы при смещениях магнитных полюсов. В палеомагнетизме имеются данные о значительных движениях и даже сменах знака магнитных полюсов Земли, которые сопровождались сменой всей структуры магнитосферы. Однако, такие изменения происходили за время в десятки и сотни тысяч лет. Эмпирические модели, разработанные диссертантом основаны на измерениях в последние 50 – 60 лет. Поэтому не очень понятны основания считать, что эти модели могут адекватно описать долговременные изменения магнитосферы при многовековых движениях магнитных полюсов. Однако, это замечание не умаляет общее благоприятное впечатление от огромной проделанной работы и достижениях диссертанта.

Считаю, что диссертация Цыганенко Николая Алексеевича на тему «Моделирование магнитосферы на базе многолетних архивов космических и наземных данных» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель, Цыганенко Николай Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры физики атмосферы СПбГУ

Гаврилов Н. М.

29.08.2023



29.08.2023

