

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Семенова Владимира Семеновича
на диссертацию Степанова Никиты Александровича на тему
«Вариации потоков энергичных частиц в магнитосфере и высыпания электронов в
ионосферу»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.1 Физика космоса, астрономия

Диссертация Н. А. Степанова рассматривает широкий круг проблем динамики энергичных заряженных частиц (протонов и электронов) в ближней к Земле части токового слоя, во внутренней магнитосфере и в ионосфере. До сих пор исследования по данной тематике носили в основном фрагментарный характер из-за сложности протекающих здесь процессов, что затрудняло составить сколько-нибудь целостную картину высыпаний электронов в ионосферу и служило серьезным препятствием для качественного прогноза космической погоды. На восполнение этого пробела и направлена работа Н.А. Степанова, в которой последовательно решены три важные для магнитосферной физики задачи.

В первой Главе на основе данных спутников миссии THEMIS построена эмпирическая модель зависимости потоков энергичных частиц в плазменном слое на расстояниях 6-14 земных радиусов от параметров солнечного ветра. Эта область является переходной между плазменным слоем хвоста магнитосферы и радиационным поясом, поэтому именно она поставляет основные высыпания в ионосферу.

Во второй Главе изучается такое важное следствие высыпаний энергичных частиц в ионосферу как вариации холловской и педерсеновской проводимостей плазмы. Для этой цели привлекаются данные радара некогерентного рассеяния EISCAT. Показано, что интегральные проводимости Холла и Педерсена в авроральной ионосфере контролируются в главном образом величиной электрического поля пересоединения и скоростью солнечного ветра.

И, наконец, в последней третьей Главе построена эмпирическая модель ионизации в авроральной зоне как отклик на нормированную инжекцию энергичных частиц во время суббури. Она является своего рода функцией Грина, позволяющей рассчитать ионизацию в ионосфере по временному ряду MPV индекса, который и характеризует интенсивность инжекции.

Диссертация состоит из Введения, трех Глав, Заключение и списка литературы из 136 наименований, содержит 146 страниц текста на русском и английском языках.

К числу наиболее значимых новых результатов, представленных в диссертации Н.А. Степанова, можно отнести:

1. Построение баз данных спутников миссии THEMIS о параметрах солнечного ветра за 2007-2018 годы и радара некогерентного рассеяния EISCAT за 1996-2018 годы, составленных по продуманным критериям отбора.
2. Разработка и анализ эмпирической модели связи потоков энергичных частиц в диапазоне энергий 10-150 кэВ в ближней к Земле части плазменного слоя и параметров солнечного ветра.

3. Нахождение корреляционных связей интегральной ионосферной проводимости с параметрами солнечного ветра с учетом соответствующих задержек. Показано, что основными характеристиками солнечного ветра, контролирующими поведение как холловской, так и педерсеновской проводимостей является электрическое поле пересоединения и скорость солнечного ветра.
4. Используя метод линейных фильтров на основе данных об ионизации радара некогерентного рассеяния EISCAT и данных об авроральном поглощении канадской сети риометров впервые построена модель отклика ионосферной ионизации на суббуревую инжекцию единичной интенсивности, позволяющая по временному ряду MPV индекса находить распределения по высоте и долготе электронной концентрации, а также интегральных холловской и педерсеновской проводимостей во время суббури.

Работа не лишена недостатков.

1. В диссертации Н.А. Степанова довольно часто (см., например, сс. 5, 16, 37) используется такое понятие, как «память» некоторого воздействия. Однако определения этого понятия не приводится и порог, по которому устанавливается длительность воздействия (по-видимому, предполагается уменьшение в $e=2.78$ раз?), не указан.
2. Регрессионная формула (3) приведена только для проводимости Холла, а для педерсеновской проводимости отсутствует.
3. На с.33 и на с.67 написано «...частоты столкновения электрон –нейтрон». Это, по-видимому, опечатка, правильно «...частоты столкновения электрон –нейтрал».

Эти замечания не умаляют общей высокой оценки работы Н.А. Степанова, которая содержит большое количество новых, интересных результатов уже заслуживших международное признание.

Полученные в работе Н.А. Степанова результаты имеют важное значение для прогноза космической погоды, так как именно потоки энергичных электронов, значительно возрастающих во время суббурь, представляют основную опасность для функционирования космических аппаратов. Особо хочется отметить роль результатов Н.А. Степанова для построения самосогласованной модели атмосфера-ионосфера-магнитосфера, поскольку найденные в диссертации корреляционные связи являются необходимым звеном для объединения этих трех областей в единое целое.

Новизна и научная значимость диссертационной работы Н.А. Степанова не вызывают сомнений. Основные результаты многократно доложены на российских и международных конференциях и достаточно полно отражены в 6 публикациях в высокорейтинговых международных научных журналах WoS и SCOPUS, входящих в список ВАК.

Диссертация Степанова Никиты Александровича на тему: «Вариации потоков энергичных частиц в магнитосфере и высыпания электронов в ионосферу» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Степанов Никита Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 Физика космоса, астрономия. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Председатель диссертационного совета,
доктор физ.-мат. наук, профессор СПбГУ



Семенов В.С. .

20.01.2023