

## Отзыв научного руководителя

на диссертацию Назаркова Ильи Сергеевича «Структура и динамика крупномасштабных токов в возмущенной магнитосфере по данным спутниковых измерений» (специальность 01.04.08 – физика плазмы)

И.С. Назарков начал работу в НИИЯФ МГУ под моим руководством в 2009 году, будучи студентом 4 курса кафедры физики космоса. До окончания физического факультета МГУ его работа была посвящена изучению динамики и структуры магнитного поля в хвосте магнитосферы Земли. Главным источником информации стали данные миссии НАСА Themis – одного из самых продуманных и научно-обоснованных космических проектов последнего времени. По соглашению с руководством проекта Themis И.С. Назарков получил в свое распоряжение и успешно модифицировал пакет программ на языке IDL, что позволило ему эффективно работать с полным набором данных измерений спутников.

И.С. Назарковым был развит метод, позволяющий выделить из измерений вклад поля токов хвоста магнитосферы. Для этого использовалась разработанная в НИИЯФ МГУ параболоидная модель магнитосферного магнитного поля A2000 и модель внутреннего поля Земли IGRF11. С их помощью вдоль траектории спутника рассчитывались магнитные поля токов на магнитопаузе, кольцевого тока, других магнитосферных токовых систем, отличных от поля токовой системы хвоста, и собственное поле Земли, которые впоследствии вычитались из измерений. И.С. Назарков адаптировал модель A2000 для работы с данными Themis в среде IDL, что позволило быстро рассчитывать структуру магнитного поля хвоста магнитосферы по измерениям на пяти спутниках.

Одновременные измерения в пяти точках космического пространства позволяют избежать пространственно-временной неопределенности, затрудняющей анализ данных измерений одиночного спутника. В этом состоял основной посыл проекта Themis: изучение динамики плазменного слоя в ходе суббуревых возмущений на основе многоспутниковых измерений. Новизна исследований автора работы заключается в решении задачи восстановления крупномасштабной структуры и динамики магнитного поля токового слоя хвоста магнитосферы по данным магнитометров Themis.

Главными результатами работ этого периода являются: разработка и практическая реализация метода выделения магнитного поля токовой системы хвоста магнитосферы по

данным КА Themis; получение надежных свидетельств наличия переднего края токового слоя хвоста магнитосферы; определение структуры магнитного поля в хвосте магнитосферы для спокойных и умеренно возмущенных периодов в магнитосфере Земли.

В 2012 году И.С. Назарков поступил в аспирантуру физического факультета и продолжил научные исследования в НИИЯФ МГУ. В первые два года им были подробно исследованы несколько геомагнитных возмущений, произошедших в эпоху экстремально низкой солнечной активности 2008-2009 г. Были выявлены и объяснены некоторые специфические особенности магнитных бурь этого периода. В частности: формирование переходной токовой системы вблизи переднего края токового слоя хвоста при адиабатическом сжатии магнитосферы солнечным ветром, а также, формирование замкнутых магнитных конфигураций в хвосте магнитосферы. Другим направлением деятельности стало исследование динамики кольцевого тока во время магнитных бурь на основе прямых измерений спутниками Van Allen Probes потоков частиц с энергиями от единиц кэВ до 200 кэВ во внутренней магнитосфере и исследование взаимосвязей между кольцевым током и потоками частиц на низких полярных орбитах. Как и для данных проекта Themis, И.С. Назарков адаптировал пакет программ на языке IDL для эффективной работы с данными этой миссии. Было показано, что во время магнитной бури 27-28 февраля 2014 вариации потоков ионов бурового экваториального пояса на низких высотах в приэкваториальной области воспроизводят динамику кольцевого тока и основные характеристики его энергетического спектра.

Результаты работ неоднократно докладывались И.С. Назарковым на международных конференциях и опубликованы в журналах из списка WoS. Основными достоинствами проведенных им исследований являются: эффективное использование данных многоспутниковых измерений в сочетании с методами математического моделирования для исследования динамических процессов во внутренней магнитосфере; получение физически значимых результатов на основе комплексного анализа условий в солнечном ветре и результатов восстановления структуры магнитного поля в магнитосфере. Важным итогом работы является создание метода для автоматического восстановления структуры магнитного поля в хвосте магнитосферы по данным пяти спутников Themis и его реализация в виде программного кода.

За время учебы на физическом факультете и в аспирантуре И.С. Назарков участвовал в работах по выполнению задач двух контрактов с Минобрнауки. В настоящее время он является исполнителем работ по гранту РФФИ и по гранту РНФ. Он вовлечен в проект «Ломоносов», где занимается расшифровкой данных научной телеметрии двух

приборов этой космической миссии. Успешной работе способствуют личные качества И.С. Назаркова: трудолюбие, самостоятельность, профессионализм.


Илья Сергеевич Назарков является высококвалифицированным физиком, способным самостоятельно решать научные задачи, его диссертация соответствует уровню квалификационных работ для присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «физика плазмы».

Научный руководитель  
доктор физико-математических наук

  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ В.В. Калегаяев  
5.2016

Подпись В.В. Калегаяева заверяю  
Ученый секретарь НИИЯФ  
и ОЯФ физического факультета МГУ  
профессор

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ С.И. Страхова  
2016