

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Лукина Александра Сергеевича
“Кинетика ночной магнитопаузы магнитосферы Земли”,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.1 - “Физика космоса, астрономия”

Диссертационная работа Лукина Александра Сергеевича посвящена исследованию пространственной структуры и динамики фланговой магнитопаузы, границе магнитосферы Земли. Актуальность выбранной темы связана с важной ролью, которую фланговая магнитопауза играет в процессах транспорта частиц плазмы солнечного ветра из магнитослоя, области за ударной волной, в магнитосферу. Своевременность данной работы обусловлена достаточно уникальной ситуацией последнего десятилетия, когда сразу две спутниковые миссии (ARTEMIS и MMS) проводили почти одновременные измерения фланговой магнитопаузы, что позволяет впервые провести статистический анализ структуры магнитопаузы на различных радиальных расстояниях от планеты.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и заключения. Во введении сформулированы цели и задачи работы, обоснована актуальность темы исследования и ее научная новизна, приведено описание используемой методологии и данных космических аппаратов. В первой главе автором проведен анализ статистики пересечений фланговой приэкваториальной магнитопаузы по данным спутниковой миссии ARTEMIS на околуночной орбите, расстояния 60 Re. Показано, что магнитопауза и низкоширотный пограничный слой на таких расстояниях представляют собой многомасштабную структуру с типичной толщиной порядка нескольких гирорадиусов протонов плазменного слоя. Кроме того, обнаружено сохранение суммы тепловой и потоковой энергии ионов и отношения ионной и электронной температур поперек магнитопаузы, что указывает на важную роль низкочастотных флуктуаций магнитного поля в транспорте плазмы из магнитослоя в магнитосферу. Сделано интересное и достаточно обоснованное предположение (энерго-селективный механизм) о возможности транспорта электронов на периодах флуктуаций при кратковременном перезамыкании силовых линий, что отличается от транспорта ионов.

Во второй главе рассмотрена статистика сопряженных близких во времени пересечений магнитопаузы Земли спутниками миссий MMS и ARTEMIS на различных расстояниях от планеты. Показано, что конфигурация токового слоя фланговой магнитопаузы и его пространственный масштаб, выраженный в гирорадиусах протонов плазменного слоя, практически не изменяются при удалении от орбиты миссии MMS (~15 радиусов Земли) до орбиты миссии ARTEMIS (~60 радиусов Земли).

В третьей главе исследована структура токового слоя магнитопаузы и свойства ионной популяции, поддерживающей данный токовый слой. Для исследований динамики ионов в токовом слое магнитопаузы автором использованы метод машинного обучения AI Poinsage. Показано, что токовый слой ночной магнитопаузы в присутствии нормальной к поверхности магнитопаузы компоненты магнитного поля должен описываться динамическим равновесием и не может быть описан стационарной кинетической моделью.

Достоинством работы является использование автором данных современных спутниковых миссий, а также современных методов анализа данных, в частности, в настоящей диссертационной работе впервые применен метод машинного обучения AI Poinsage к задаче о динамике заряженных частиц в токовых слоях.

В работе дано очень хорошее введение, как общее, так и к каждой из глав. Список литературы является актуальным и полным, что делает работу полезным и в образовательных целях.

Полученные в диссертационной работе результаты отличаются новизной, находятся в согласии с опубликованными ранее работами и представляют интерес для физики магнитосферы. Кроме того многие методики и как экспериментальной обработки данных, так и теоретические, могут быть развиты и продолжены, работа дает существенный импульс и очерчивает направления для дальнейших исследований токовых слоев, в частности магнитопаузы.

Должен признать, что работа оставляет крайне положительно впечатление, сложно привести существенные возражения к отдельным ее частям. Тем не менее обозначу ряд замечаний и комментариев:

1) В Главе 1 сделано предположение о движении слоя вдоль Y GSE, из него затем получаются оценки толщин слоя и прочее. Как первое приближение это хорошо, но можно дать оценки возможных ошибок. В частности от изменений направления потока солнечного ветра (не четко вдоль X GSE), от углов нормали к магнитопаузе. Особенно учитывая, что в Главе 2 эти нормали определяются, возможно было бы привести их отклонения от Y GSE. То есть Глава 2 позволяет проверить и обосновать или несколько уточнить часть результатов Главы 1.

2) В работе много раз даются оценки температур ионов и электронов, их изменения и прочее. Тем не менее, по спектрам часто видно, что распределения отличаются от Максвелловских. Желательно дать комментарий, как это может повлиять на температуры, посчитанные формально как второй момент функции распределения. Где-то могут выделяться несколько популяций, и температура будет описывать подобие средней среди популяций. Очевидно, это сложная работа. Но в некоторых отдельных случаях можно было бы это исследовать, например, выделить популяции, их температуры и их эволюцию.

3) Некоторые части изложения можно привести в ином порядке, например, начать Главу 1 с примеров пересечений, а не со списков и статистики.

4) В работе присутствует небольшое количество опечаток и грамматических ошибок. При объеме работы более 100 страниц наличие 10-20 опечаток не являются критическими.

Приведенные замечания носят редакционный характер и не влияют на общую положительную оценку представленной работы. Следует отметить, что диссертационная работа Лукина А.С. выполнена на высоком уровне и представляет собой законченное исследование на актуальную тему. Результаты исследований опубликованы в 4 статьях в рецензируемых международных журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в международных системах цитирования, а

также представлены на российских и международных конференциях. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Диссертационная работа Лукина А.С. отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 1.3.1 – “Физика космоса, астрономия”, а ее автор - Лукин Александр Сергеевич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент:

к.ф.-м.н, доцент кафедры физики Земли СПбГУ, С.В.Апатенков

С.В. Апатенков

28/08/2023



Контактные данные:

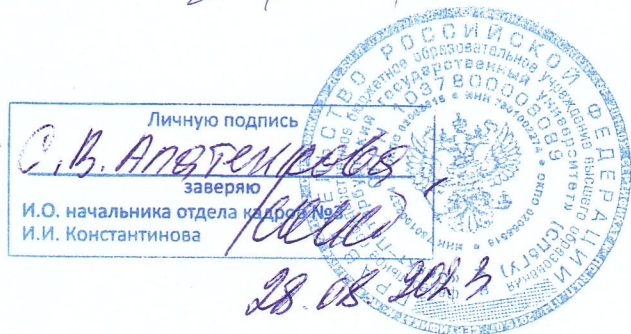
198504, Санкт-Петербург, Ульяновская ул. 1

телефон: +79112364744

email: s.apatenkov@spbu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

01.03.03 – физика Солнца



Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.html>