

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.481.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА
КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 19 декабря 2025 г. N 5

О присуждении Лужковскому Артемию Араратовичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Самосогласованное описание нелинейного взаимодействия квазимонохроматических волн с резонансными частицами в неоднородной плазме» по специальности 1.3.3 «Теоретическая физика» принята к защите 16 октября 2025 г. (протокол заседания N 3) диссертационным советом 24.1.481.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук, 117997, гсп-7, Москва, Профсоюзная ул., 84/32, приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №83/нк от 26 января 2023г.

Соискатель Лужковский Артемий Араратович, «05» декабря 1997 года рождения.

В 2021 году соискатель окончил магистратуру Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет) по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика.

С 01.09.2021 по 31.08.2025 Лужковский Артемий Араратович являлся аспирантом очной аспирантуры Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук по научной специальности 1.3.3 «Теоретическая физика». С ноября 2025 года соискатель работает младшим научным сотрудником в Институте космических исследований Российской академии наук. Диссертация выполнена в Отделе физики космической плазмы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук.

Научный руководитель – Шкляр Давид Рувимович, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Теории плазменных процессов в космической среде Института космических исследований Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Демехов Андрей Геннадьевич, доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Полярный геофизический институт» (ПГИ) и

Сорокина Екатерина Алексеевна, кандидат физико-математических наук, доцент, начальник лаборатории физики неравновесной плазмы Отдела теории плазмы Курчатовского комплекса термоядерной энергетики и плазменных технологий Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук», Москва, в своем положительном отзыве, составленном ведущим научным сотрудником теоретического отдела ИЗМИРАН, кандидатом физико-математических наук Масловым Евгением Михайловичем, подписанном директором ИЗМИРАН кандидатом физико-математических наук Абуниным Артемом Анатольевичем, указала, что в диссертационной работе Лужковского А.А. получены новые научные результаты, имеющие большое научное значение, а сама работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, и её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – «Теоретическая физика».

Соискатель имеет **5** опубликованных работ, в том числе в рецензируемых научных изданиях **5** работ, по теме диссертации опубликовано **3** работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано **3** работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Shklyar D. R. and Luzhkovskiy A. A. Self-consistent amplitude profile of ducted VLF transmitter signal due to resonant interaction with energetic electrons in the

magnetosphere // *Advances in Space Research*. 2023. Jan. Vol. 71, no. 1. P. 228—243
DOI: 10.1016/j.asr.2022.08.081

2. Luzhkovskiy A. A. and Shklyar D. R. Energy Transfer Between Various Electron Populations Via Resonant Interaction With Whistler Mode Wave // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. 2023. Dec. Vol. 128, no. 12, e2023JA031962.
DOI: 10.1029/2023ja031962.

3. Luzhkovskiy A. A. and Shklyar D. R. Self-consistent description of Langmuir waves in an inhomogeneous plasma // *Physics of Plasmas*. 2025. Jul. Vol. 32, no. 7, 072104 DOI: 10.1063/5.0266890.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается авторитетом в научном сообществе, а также высокой компетентностью в области теории космической и лабораторной плазмы, что подтверждается публикациями в ведущих отечественных и международных журналах.

На автореферат поступил **положительный отзыв** от Федоренко Юрия Валентиновича, кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Полярный геофизический институт» (ПГИ). Замечаний нет.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: предложен оригинальный подход для определения профиля амплитуды поля сигнала наземного ОНЧ (очень низкочастотного) передатчика, распространяющегося вдоль силовой линии магнитного поля и взаимодействующего резонансно с электронами радиационных поясов Земли. Ключевой особенностью развитого метода является учет захваченных по фазе частиц, обуславливающий нелокальный характер инкремента, что существенно усложняет аналитическое и численное решение, но позволяет адекватно описать резонансное взаимодействие с электронами вблизи магнитного экватора.

Показано, что взаимодействие квазимонохроматического пакета свистовых волн с резонансными частицами в земной магнитосфере, являющейся открытой неравновесной системой, может сопровождаться передачей энергии от менее энергичных электронов к более энергичным, причем волна выступает в этом процессе в качестве посредника.

Предложен подход для исследования самосогласованной динамики ленгмюровских волн и энергичных частиц в периодически-неоднородной плазме. В рамках совместного решения одномерного кинетического уравнения Больцмана-Власова и уравнения Ампера-Максвелла получены новые результаты для случаев неоднородной плазмы, а также для широкого спектра волн.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Проводимые исследования направлены на развитие теории резонансного взаимодействия волн и частиц в магнитосфере, в частности, на более глубокое понимание процессов ускорения и питч-угловой диффузии энергичных электронов в радиационных поясах Земли.

В данном контексте описанный в работе подход для определения самосогласованного профиля амплитуды сигнала ОНЧ передатчика приобретает особую актуальность, поскольку полученный профиль амплитуды является основой для будущего исследования динамики субрелятивистских электронов в заданном поле сигнала.

Представленное в работе исследование процесса передачи энергии между частицами в неустойчивой неравновесной плазме, в котором роль посредника играет генерируемая неустойчивым распределением электронов свистовая волна, является важным для понимания механизмов ускорения электронов радиационных поясов Земли.

Предложенный подход для исследования самосогласованной динамики ленгмюровских волн и энергичных электронов позволяет проводить расчеты кинетического уравнения только для резонансных электронов, существенно сокращая объем вычислений. В силу известной аналогии в описании резонансного взаимодействия с частицами ленгмюровских и свистовых волн, развитые методы могут быть обобщены на случай свистовых волн, которые играют важную роль в динамике магнитосферы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Высокий уровень достоверности изложенных результатов подтверждается комплексным согласованным подходом к изучению предмета исследования со строгим обоснованием использованных методов. Все результаты работы и

защищаемые положения подробно изложены в публикациях соискателя в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и индексируемых научными базами Scopus, Web of Science, РИНЦ. Также изложенные в диссертации результаты докладывались на конференциях и обсуждались на научных семинарах в Институтах РАН, ведущих исследования по тематике диссертации.

Личный вклад соискателя:

Представленная диссертация основана на трех научных публикациях, посвященных исследованию самосогласованной эволюции волн и частиц, в двух из которых соискатель является первым автором. Научные результаты данных работ получены лично автором или при его непосредственном участии. Все основные результаты, выносимые на защиту, были получены лично автором. Постановка и обсуждение задач, представленных в работе, велась совместно с научным руководителем и коллегами.

На заседании 19 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Лужковскому Артемию Араратовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.3.3 «Теоретическая физика», участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: за 18, против нет. Недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного
совета 24.1.481.01
академик РАН



А.А. Петрукович

Ученый секретарь
к.ф.-м.н.

А.Ю. Ткаченко

Дата оформления заключения 19 декабря 2025г.