

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.02 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 21.12.2020 № 121

О присуждении Зудину Илье Юрьевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Лабораторное и численное моделирование распространения волн свистового диапазона в нестационарной и неоднородной магнитоактивной плазме» по специальности 01.04.08 – физика плазмы принята к защите 15 октября 2020 г., протокол № 115, диссертационным советом Д 002.069.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ ФАНО №334 от 30.06.2015.

Соискатель, Зудин Илья Юрьевич, 1988 года рождения, в 2011 году окончил ННГУ им. Н.И. Лобачевского, в 2014 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе геофизической электродинамики ИПФ РАН.

Научный руководитель – кандидат физ.-мат. наук, Гуцин Михаил Евгеньевич, зав. лабораторией моделирования геофизических плазменных явлений ИПФ РАН.

Официальные оппоненты, Шкляр Давид Рувимович, д. ф.-м. н., профессор, заведующий лабораторией теории плазменных процессов в космической среде Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт космических исследований Российской академии наук», и Котик Дмитрий

Самойлович, к. ф.-м. н., старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела распространения радиоволн Научно-исследовательского радиофизического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Полярный геофизический институт» (г. Мурманск), в своем положительном заключении, подписанном старшим научным сотрудником, к.ф.-м.н. Еленой Евгеньевной Титовой и утвержденном директором, д. ф.-м. н. Борисом Владимировичем Козеловым, указала, что диссертация И.Ю. Зудина удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

Соискатель имеет по теме диссертации 9 опубликованных работ, в том числе 5 статей в рецензируемых журналах, 4 работы в трудах всероссийских и международных конференций. Наиболее значимыми работами являются:

- 1) Айдакина Н.А., Гущин М.Е., Зудин И.Ю., Коробков С.В., Костров А.В., Стриковский А.В. Кроссмодуляция волн свистового диапазона частот в магнитоактивной плазме // Письма в ЖЭТФ. 2015. Т. 101, вып. 4. С. 254.
- 2) Зудин И.Ю., Айдакина Н.А., Заборонкова Т.М., Гущин М.Е., Коробков С.В., Костров А.В. Численное моделирование волн свистового диапазона в замагниченной плазме с мелкомасштабными неоднородностями // Физика плазмы. 2017. Т. 43, вып. 12. С. 1018.
- 3) Айдакина Н.А., Галка А.Г., Гундорин В.И., Гущин М.Е., Зудин И.Ю., Коробков С.В., Костров А.В., Лоскутов К.Н., Могилевский М.М., Привер С.Э., Стриковский А.В., Чугунин Д.В., Янин Д.В. Моделирование физических явлений в ионосфере и магнитосфере Земли на плазменном стенде «Крот»: некоторые результаты и перспективы // Геомагнетизм и аэрономия. 2018. Т. 58, № 3. С. 331.

4) Aidakina N., Gushchin M., Zudin I., Korobkov S., Strikovskiy A. Laboratory study of interaction of magnetoplasma irregularities produced by several radio-frequency heating sources // *Physics of Plasmas*. 2018. V. 25, No. 7. P. 072114

5) Zudin I.Yu., Zaboronkova T.M., Gushchin M.E., Aidakina N.A., Korobkov S.V., Krafft C. Whistler waves' propagation in plasmas with systems of small-scale density irregularities: numerical simulations and theory // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. 2019. V. 124, No. 7. P. 4739.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и научная и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации сделаны замечания: 1) в диссертации практически не обсуждается возможность реализации в околоземной плазме эффекта кроссмодуляции, наблюдавшегося в лабораторном эксперименте, 2) из текста диссертации не ясно, каким образом из результатов натурального эксперимента была определена амплитуда волн, рассеянных на неоднородностях заданного поперечного масштаба, в соответствии с которой подбиралась амплитуда волн в численном эксперименте.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Д.Р. Шкляра содержит следующие замечания: 1) в тексте используется неудачное выражение «Волны свистового диапазона частот», поскольку свистовые волны могут иметь разные частоты в зависимости от параметров плазмы, 2) текст диссертации содержит ряд существенных опечаток и небрежностей, в частности, неверно определен свистовый диапазон и дана неверная ссылка на наиболее цитируемую работу, посвященную распространению свистовых волн (L. R. O. Storey (1953)). Положительный отзыв официального оппонента к.ф.-м.н. Д.С. Котика содержит, наряду с редакционными и стилистическими, следующие замечания: 1) в диссертации не всегда четко обозначена связь получаемых результатов с результатами натуральных экспериментов, 2) в главе 4 волноводные свойства неоднородностей с пониженной концентрацией обсуждаются без обращения к аналитическим моделям, в отличие от главы 3, где такое обращение присутствует,

3) в главе 4 отсутствуют сведения о возмущениях плазмы системой антенн, 4) в формуле (4.14) пропущен знак квадратного корня.

Положительный отзыв на автореферат д.ф.-м.н. А.В. Кудрина (ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород) содержит замечание об отсутствии в тексте автореферата информации о соотношениях между характерными частотами фоновой плазмы, возмущенной плазмы и частотами волновых процессов. Положительный отзыв на автореферат д.ф.-м.н. В.Н. Тищенко (ИЛФ СО РАН, г. Новосибирск), содержит замечание об отсутствии схемы экспериментальной установки и вопрос о переносе результатов экспериментальных исследований и численного моделирования на условия в космосе.

На все вопросы и замечания, содержащиеся в отзывах, И.Ю. Зудиным были даны ответы и комментарии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области физики плазмы и распространения радиоволн, а одним из направлений деятельности ведущей организации являются исследования процессов в ионосфере и магнитосфере.

**Диссертационный совет отмечает**, что соискателем, на основании выполненных исследований: 1) установлена связь амплитудно-фазовой модуляции пробной волны с возмущениями параметров плазмы, возникающих под действием интенсивной амплитудно-модулированной накачки; 2) выявлены различные режимы распространения свистовых волн вдоль групп неоднородностей концентрации плазмы, определены основные особенности таких режимов и критерии их реализации.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что изучены эффекты распространения свистовых волн в плазме при наличии периодических возмущений, вызванных воздействием интенсивным излучением с модулированной амплитудой, а также в присутствии систем неоднородностей концентрации плазмы, вытянутых вдоль внешнего магнитного поля.

**Практическая значимость работы** заключается в возможности использования полученных в ней результатов для постановки активных экспериментов в космической плазме.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что надежность результатов численного моделирования обусловлена выбором метода, проведением специальных проверок. В лабораторных экспериментах использовались проверенные методики, схемы измерений предварительно тестировались и калибровались. Результаты диссертации опубликованы в высокорейтинговых научных журналах, докладывались на международных и всероссийских конференциях.

**Личный вклад соискателя:** численное моделирование, включая разработку соответствующего программного обеспечения, выполнено соискателем лично; интерпретация полученных результатов выполнена в соавторстве. Роль соискателя в постановке лабораторных экспериментов, представленных в диссертационной работе, обработке и интерпретации их результатов является определяющей.

На заседании 21.12.2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Зудину И.Ю. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 23, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета  
академик РАН



А.Г. Литвак

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук

Э.Б. Абубакиров

«21» декабря 2020 г.