

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.166.07, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И.ЛОБАЧЕВСКОГО» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 31.10.2018 г. №29.

О присуждении Рябову Александру Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Диссертация «Генерация низкочастотных радиоволн в верхней ионосфере при воздействии на нее мощным радиоизлучением станда СУРА» по специальности 01.04.03 – радиофизика принята к защите 27.06.2018 г., протокол №25, диссертационным советом Д 212.166.07 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского», 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, созданным приказом Рособнадзора № 1990-1015/130 от 4 сентября 2007г.

Соискатель, Рябов Александр Владимирович, 1984 года рождения, в 2007 году окончил радиофизический факультет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского". Соискатель ученой степени кандидата наук освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре с 2007 по 2010 год в ФГБНУ НИРФИ. В настоящее время работает в должности научного сотрудника отдела мониторинга верхней атмосферы Земли на основе контролируемых воздействий НИРФИ ННГУ.

Диссертация выполнена в отделе мониторинга верхней атмосферы Земли на основе контролируемых воздействий НИРФИ ННГУ.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, с.н.с. Котик Дмитрий Самойлович, зав. сектором отдела мониторинга верхней атмосферы Земли на основе контролируемых воздействий НИРФИ ННГУ.

Официальные оппоненты:

1. Пилипенко Вячеслав Анатольевич, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией "Физика околоземного пространства" Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН)

2. Гущин Михаил Евгеньевич, гражданин Российской Федерации, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном 27.08.2018 г. заместителем директора ИДГ РАН по науке, кандидатом технических наук Ляховым Андреем Николаевичем и зав. лабораторией ИДГ РАН, доктором физико-математических наук Гавриловым Борисом Георгиевичем, указала, что диссертация Рябова Александра Владимировича удовлетворяет требованиям п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 3 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 12 работ, опубликованных в материалах российских и международных конференций и симпозиумов. Личный вклад автора в опубликованные в соавторстве работы заключается в участии в постановке задач, получении и анализе научных результатов, выполнении численных расчетов, работе с литературными источниками по теме исследований, а также в подготовке работ к публикации.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

Kotik D.S., Ryabov A.V., Ermakova E.N., Pershin A.V. Dependence of characteristics of SURA induced artificial ULF/VLF signals on geomagnetic activity // *Earth, Moon, and Planets*, 2015, V. 116, N. 1, P. 79-88, DOI: 10.1007/s11038-015-9465-y.

Котик Д.С., Рябов А.В., Ермакова Е.Н., Першин А.В., Иванов В.Н., Есин В.П., Чекрызов В.М. Свойства УНЧ/ОНЧ сигналов, генерируемых стендом СУРА в верхней ионосфере // *Известия высших учебных заведений. Радиофизика*. 2013, Т. 56. № 6. С. 382–394. Переводная версия: Kotik, D.S., Ryabov, A.V., Ermakova, E.N. et al. Properties of the ULF/VLF signals generated by the SURA facility in the upper ionosphere // *Radiophys. Quantum El.* 2013, V. 56, P. 344. doi:10.1007/s11141-013-9438-9.

Рябов А.В., Котик Д.С. Генерация УНЧ пульсаций в ионосфере при воздействии на неё мощным КВ радиоизлучением // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2012. № 3(1), С. 65–70.

Недостовверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, в диссертации Рябова Александра Владимировича отсутствуют.

На автореферат диссертации поступило 3 отзыва от:

1. Иванова Владимира Николаевича, кандидата физико-математических наук, Первого заместителя генерального директора ФГБУ «НПО «Тайфун» по научной работе – директора института экспериментальной метеорологии ФГБУ «НПО «Тйфун»;
2. Демехова Андрея Геннадьевича, доктора физико-математических наук, доцента, Главного научного сотрудника ПГИ;
3. Кострова Александра Владимировича, доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией ИПФ РАН.

Все отзывы положительные. В отзывах отмечается актуальность темы исследования, новизна полученных результатов и их значимость для науки и практики. В отзывах на диссертацию и автореферат содержатся следующие замечания:

От ведущей организации

— Вопрос о дальности распространения КНЧ сигналов от ионосферного источника и о влиянии расстояния до пунктов наблюдения на амплитуду сигналов исследован недостаточно, так как измерения пульсаций магнитного поля в экспериментах проводились в измерительных пунктах, удаленных на расстояниях 3 и 12 км от стенда СУРА, то есть в ближней зоне излучения.

— Сопоставление результатов расчета поля в области источника и результатов решения задачи о выходе излучения из ионосферы и величине поля на поверхности земли с экспериментальными данными не дает однозначного представления об их соответствии и требует дальнейших исследований.

— Для анализа вклада в генерацию КНЧ излучения пондеромоторного механизма и механизма модуляции ионосферных токов и выявления влияния широтного положения ионосферного источника на эффективность генерации низких частот было бы целесообразно провести более детальное сравнение высокоширотных и среднеширотных нагревных экспериментов.

От официального оппонента Пилипенко В. А.

— Ранее в литературе высказывались предположения, что в исследуемом диапазоне возможно резонансное возбуждение ионосферного альвеновского резонатора и МГД волновода. Подтвердились ли эти теоретические модели или нет в экспериментах, проведенных автором? Если нет, то в чем может быть причина отсутствия таких эффектов?

— В работе убедительно показано, что механизм Гетманцева в рассматриваемом частотном диапазоне оказывается неэффективен. Можно ли сказать, что автор нашел новый механизм? при каких условиях преобладает тот или иной механизм генерации?

От официального оппонента Гущина М. Е.

— В теоретическом анализе раздела 1.3 диссертант использует уравнения с локальной связью напряженности электрического поля, обеспечивающего нагрев ионосферы, с возмущениями электронной температуры. Таким образом, эффекты электронной теплопроводности не учитываются. Было бы желательно обосновать применимость такого подхода для описания возмущений в F-слое ионосферы.

— В изложении физической модели недостаточно четко разделяются механизмы генерации переменного магнитного поля за счет пондеромоторной силы (нелинейный дрейфовый ток) и за счет модуляции давления электронов плазмы в результате нагрева модулированным радиоизлучением (ток намагничивания).

— В тексте отсутствует описание модели распространения низкочастотных волн. В результате не ясно, в каких приближениях получен профиль показателя преломления, представленный в разделе 3.4, и длины волн, приводимые в разделе 4.2.

— Есть небрежности в повествовании и в оформлении диссертации. Плохо читаются некоторые рисунки, например, 1.1.6; в формулах одни и те же величины зачастую обозначаются по-разному; для описания магнитного поля попеременно используется то его индукция $\mathbf{B}$, то напряженность $\mathbf{H}$.

В отзыве на автореферат Демехова А. Г.

— Непонятно утверждение на с.8 о том, что в основе механизма, связанного с градиентом давления плазмы, лежит пондеромоторная сила, обусловленная градиентом электрического поля волны. Насколько мне известно, это два разных механизма генерации тока

— Какой именно механизм предполагался в расчетах – обусловленный неоднородностью электрического поля или градиентом давления?

— На с.10 говорится о преобладании правой поляризации сигнала во время бури. Но формулировка не позволяет понять, какова была поляризация в спокойное время. Также утверждается, что изменение поляризации может быть связано с изменением параметров ионосферной плазмы, но ничего не сказано о том, каков предполагаемый характер поляризации и как на него влияют эти параметры.

— На с.11 есть утверждение, что магнитный момент источника возрастает в десятки раз при увеличении мощности нагрева в 4 раза. На той же странице в результате за номером 2 сказано, что амплитуда искусственного сигнала пропорциональна мощности воздействия на ионосферу. Необходимо объяснить, как согласуются друг с другом эти утверждения.

— Неясно, на каком основании сделан заключительный вывод результата 4 о причинах уменьшения амплитуд низкочастотных сигналов во время более сильных геомагнитных бурь.

В отзыве на автореферат Иванова В. Н.

— Глава 4 диссертационной работы посвящена численным расчётам ионосферного источника в F-слое. Однако автор не указал – какой моделью он пользовался.

— В автореферате диссертации отмечено, что внедрение в практику разработанных методов и полученных результатов имеет существенное значение для решения практических задач в области распространения радиоволн, однако из текста автореферата не следует – где внедрены результаты диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается значительным опытом выполнения ими научно-исследовательских работ по тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

— Показано, что низкочастотные волны (3–30 Гц) можно генерировать в F-слое ионосферы методом ее нагрева ионосферы мощным КВ радиопередатчиком, при этом основную роль в ночное время играет механизм генерации, обусловленный градиентом давления. В результате воздействия мощным КВ модулированным радиоизлучением формируется ионосферный источник низкочастотных радиоволн на частоте модуляции, не зависящий от интенсивности токов в нижней ионосфере.

— Установлено, что при превышении частоты волны накачки критической частоты F-слоя на 150–200 кГц амплитуда искусственных сигналов в экспериментах на стенде СУРА увеличивается в 1.5–2 раза в вечерние часы. Дальнейшее уменьшение критической частоты ионосферы в ночное время синхронно коррелирует с уменьшением амплитуды искусственного сигнала.

— Экспериментально установлено, что среднее время распространения искусственных низкочастотных сигналов в диапазоне 3–30 Гц в ночное время составляет (320 ± 95) мс. Сопоставление данного результата с расчетами времени распространения быстрой магнитозвуковой волны в ионосферной плазме доказывает на локализацию источника в верхней ионосфере.

— Выявлено, что максимальные амплитуды низкочастотных сигналов наблюдались при наклоне луча антенны стенда на 16 градусов к югу. Амплитуда при этом в среднем в 2.5 раза превышает уровень сигналов, наблюдаемых при использовании излучающей антенны с вертикальной диаграммой направленности.

— На основании изложенных в работе механизмов генерации низкочастотного излучения проведен численный расчет с использованием данных моделей IRI-2007, MSIS-E90, скорректированных по данным ионозонда CADI и наземным измерениям полного электронного содержания ионосферы. При расчетах за основу использовались параметры нагревных стендов СУРА и HAARP. Рассчитано распределение плотности нелинейного дрейфового тока электронов, возникающего в поле неоднородного пучка электромагнитных волн под действием пондеромоторных сил, а также распределение продольной и поперечной компонент вектора ***B*** внутри источника

Теоретическая значимость исследований обосновывается тем, что полученные экспериментальные результаты подтвердили теоретический механизм генерации сигналов в диапазоне 3-30 Гц мощным радиоизлучением стенда СУРА.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

— Выявлены механизмы генерации низкочастотных пульсаций магнитного поля в F-слое ионосферы при воздействии на ионосферу мощным модулированным коротковолновым радиоизлучением.

— Полученные результаты могут быть использованы при зондировании ионосферы и магнитосферы земли.

— Материалы диссертации могут быть использованы в учебных курсах по направлению радиофизика и теория колебаний, физики ионосферной плазмы, распространения радиоволн.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность полученных в диссертации результатов обеспечивается строгостью применяемых аналитических и численных методов анализа и подтверждается непротиворечивостью и согласованностью результатов с известными экспериментальными и теоретическими данными, полученными российскими и зарубежными исследователями и опубликованными в независимых источниках по теме диссертации.

Сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации достоверны.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в проведении экспериментальных измерений, обработки данных, интерпретации результатов, проведении численных расчетов, подготовки публикаций по теме исследования.

На заседании 31.10.2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Рябову А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика на основании того, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей важное значение для развития радиофизики, и которая соответствует критериям, установленным п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 9 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 20, против присуждения ученой степени – 0, действительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета



Гурбатов Сергей Николаевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Клюсов Алексей Викторович