

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.340.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО"
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.05.2026 г. № 12 .

О присуждении Семеновой Надежде Александровне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование распространения КВ радиоволн в магнитоактивной плазме в задачах исследования характеристик ионосферных возмущений» по специальности 1.3.4. – Радиофизика принята к защите 4 февраля 2026 г., протокол № 1, диссертационным советом 24.2.340.03, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, приказом Рособнадзора № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель, Семенова Надежда Александровна, 21 августа 1985 года рождения, в 2007 году окончила специалитет физического факультета Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского по специальности «информационные системы (в физике)». С 2008 по 2012 год обучалась в аспирантуре радиофизического факультета (специальность 01.04.03 – Радиофизика).

В период подготовки диссертации Семенова Надежда Александровна работала (и работает в настоящее время) в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» в должности инженера и младшего научного сотрудника на кафедре распространения радиоволн и радиоастрономии радиофизического факультета, в должности младшего научного сотрудника в научно-образовательном отделении радиолокации и радиосвязи Передовой инженерной школы и в отделе распространения радиоволн и дистанционного зондирования научно-исследовательского радиофизического института; работала в обособленном подразделении ООО «Аурига» (г. Нижний Новгород) в должности инженера-программиста, работала в ОАО «СКБ РИАП» в должности ведущего инженера.

Диссертация выполнена на кафедре распространения радиоволн и радиоастрономии

радиофизического факультета ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель доктор физико-математических наук Грач Савелий Максимович, профессор кафедры распространения радиоволн и радиоастрономии радиофизического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

Официальные оппоненты:

1. Крюковский Андрей Сергеевич, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.03 - Радиофизика), профессор, зав. кафедрой Информационных технологий и естественнонаучных дисциплин Автономной некоммерческой организации высшего образования «Российский новый университет» (АНО ВО РосНОУ),
2. Падохин Артем Михайлович, гражданин Российской Федерации, кандидат физико-математических наук (специальность 25.00.29 - Физика атмосферы и гидросферы), доцент кафедры физики атмосферы (физический факультет, отделение Геофизики) МГУ имени М.В. Ломоносова

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ФГБУ «АНИИ»), г. Санкт-Петербург, в своем **положительном** отзыве, утвержденном 16.04.2026 г. доктором географических наук Макаровым А.С., директором ФГБУ «АНИИ», подписанном доктором физико-математических наук Благовещенской Н.Ф., заведующим лабораторией радиофизических исследований, главным научным сотрудником отдела геофизики ФГБУ «АНИИ» (специальность 01.03.03 — физика Солнца), кандидатом технических наук Калишиным А.С., председателем семинара отдела геофизики, заведующим отделом, ведущим научным сотрудником ФГБУ «АНИИ», (специальность 05.13.01 — Системный анализ и обработка информации (в технике и технологии)), указала, что диссертация Семеновой Надежды Александровны удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Семенова Надежда Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых WoS, Scopus и RSCI, опубликовано 7 работ. Основные результаты диссертации

были представлены на международных и всероссийских конференциях.

Авторский вклад соискателя в опубликованные в соавторстве работы заключается в подготовке пакета программ для численного моделирования распространения КВ радиоволн в ионосфере, в проведении такого моделирования для условий ряда конкретных экспериментов, сопоставлении результатов моделирования с экспериментальными данными и интерпретацией последних на основе результатов модельных расчетов, определения параметров моделей, описывающих возмущения среды распространения радиоволн; формулировании выводов и подготовке текстов публикаций.

Проверка текста диссертации не выявила неправомерных заимствований. Исследования являются оригинальными и представляются к защите впервые. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Грач, С. М. Расчет лучевых траекторий и поляризации радиоволн декаметрового диапазона для условий воздействия на ионосферу мощным радиоизлучением / С. М. Грач, Н. А. Погорелко, В. А. Яшнов // Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 6(1). – С. 43-50.
2. Shindin, A. V. Properties of the stimulated electromagnetic emissions during the inclined high-frequency pumping of the ionosphere near the fourth electron gyroharmonic at the high-frequency Active Auroral Research Program Facility / A. V. Shindin, S. M. Grach, E. N. Sergeev, V. P. Smolina, N. A. Pogorelko // Geophys. Res. Lett. – 2019. – V. 46. – № 11. – P. 5653-5661.
3. Грач, С. М. Оптическое свечение при воздействии на ионосферу радиоизлучением стенда «Сура»: результаты экспериментов 2010 года / С. М. Грач, В. В. Клименко, А. В. Шиндин, И. А. Насыров, Е. Н. Сергеев, В. А. Яшнов, Н. А. Погорелко // Известия ВУЗов. Радиофизика. – 2012. – Т. 55. – № 1-2. – С. 36-56.
4. Погорелко, Н. А. Определение положения и характеристик области искусственных ионосферных неоднородностей над стендом «Сура», ответственных за генерацию сигналов ракурсного рассеяния на короткой трассе / Н. А. Погорелко, Е. Н. Сергеев, С. М. Грач, В. А. Яшнов, А. В. Шиндин // Известия ВУЗов. Радиофизика. – 2018. – Т. 61. – № 2. – С. 93-109.
5. Погорелко, Н. А. Развитие методики определения положения искусственных ионосферных неоднородностей, ответственных за ракурсное рассеяние радиоволн на короткой трассе, по ионограммам возвратно-наклонного зондирования / Н. А. Погорелко, Е. Н. Сергеев, С. М. Грач, Е. Ю. Зыков // Известия ВУЗов. Радиофизика. – 2021. – Т. 64. – № 2. – С. 95-109.
6. Семенова, Н. А. Характеристики ПИВ, полученные при моделировании распространения КВ-радиоволн на слабонаклонных трассах в средних широтах / Н. А. Семенова, Ф. И. Выборнов, С. М. Грач // Известия ВУЗов. Радиофизика. – 2024. – Т. 67. – № 4. – С. 329-338.

7. Семенова, Н. А. Особенности моделирования распространения КВ радиоволн на длинной трассе при регистрации на ионограммах наклонного зондирования z-образований, вызванных перемещающимися ионосферными возмущениями / Н. А. Семенова, Ф. И. Выборнов, С. М. Грач // Известия ВУЗов. Радиофизика. – 2025. – Т. 68. – № 3. – С. 203-215.

На диссертацию и автореферат поступило 3 отзыва от:

1. Бисярина Михаила Александровича, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника кафедры радиофизики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ), г. Санкт-Петербург.
2. Котонаевой Надежды Геннадьевны, доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 - Физика атмосферы и гидросферы, зав. отделом Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова» (ФГБУ «ИПГ»), г. Москва.
3. Ясюкевича Юрия Владимировича, доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 - Радиофизика, доцента, зам. директора по научно-исследовательской работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени «Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук», г. Иркутск.

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.

Замечания из отзыва ведущей организации.

1. На основе проведенных исследований утверждается, что поперечный масштаб магнитоориентированных мелкомасштабных неоднородностей (ММН), ответственных за ракурсное рассеяние диагностических сигналов в диапазоне 2 - 7 МГц, составляет ~ 40 - 200 м. Учитывая, что минимальная частота нагрева на стенде Сура имеет величину $f_0 = 4.3$ МГц, максимальный поперечный размер ММН, который может возбуждаться во время экспериментов вследствие тепловой параметрической (резонансной) неустойчивости, не должен превышать $l_{\perp} \approx c/f_0 \approx 70$ м. А каким образом создаются искусственные ММН с более крупными масштабами при используемых в рассматриваемых экспериментах на стенде Сура частотах волны накачки?

2. В разделе 2.1.2, где рассмотрена зависимость интенсивности ИРИ от угла наклона диаграммы направленности стенда HAARP к вертикали, утверждается, что возбуждение

ленгмюровских волн оказывается сильно подавленным, т.к. большая часть энергии ВН поглощается ниже области их эффективного возбуждения. Как следствие, ленгмюровские волны не дают вклада в ИРИ при длительных нагревах. Это утверждение не верно. Эксперимент на стенде HAARP выполнялся при высокой эффективной мощности излучения $P_{эфф} \approx 1500$ и 1800 МВт. В экспериментах на стенде EISCAT/Heating по данным прямых измерений на радаре некогерентного рассеяния радиоволн было показано (Blagoveshchenskaya et al., JGR, 2020), что воздействие мощных КВ радиоволн обыкновенной (О-мода) поляризации на F-область ионосферы при высоких эффективных мощностях излучения ($P_{эфф} > 350 - 400$ МВт) приводит к возобновлению генерации ленгмюровских и ионно-акустических плазменных волн при длительных нагревах (несколько минут), сосуществующих одновременно с ММН.

Замечания из отзыва официального оппонента Крюковского А.С.

1. В работе используется неудачная запись системы лучевых уравнений (бихарактеристической системы, формулы (1.1)-(1.2)), что приводит к необходимости вводить дополнительное уравнение (1.6) для вычисления задержки сигнала. Поскольку автор при построении лучевых траекторий рассматривала стационарные среды, параметром интегрирования можно было бы сразу выбрать групповое время.

2. К сожалению, автор не рассматривает изменение амплитуды волны как за счёт расходимости лучевого потока, так и в результате поглощения. Правильный учёт этих величин мог бы существенно сказаться на интерпретации результатов.

3. На стр. 23 автор пишет: «Из рисунка 1.26 видно, что при малых углах падения волны на ионосферу лучи достигают области плазменного резонанса, причём высота отражения в этих условиях не зависит от угла падения». Но из этого рисунка видно, что зависит.

4. Во второй главе диссертации автор применяет лучевые методы для исследования ВН, излучения, модифицирующего ионосферу. Строго говоря, лучевые методы здесь напрямую неприменимы, и следует решать самосогласованную задачу, поскольку в ходе нагрева меняется эффективная диэлектрическая проницаемость среды. К сожалению, в работе это не сделано.

5. На рис. 2.5 «тонкими линиями на восходящих и нисходящих участках траекторий ВН в плоскости магнитного меридиана изображены участки квазипродольного распространения волны» (условие (2.1)), а «жирными линиями показаны участки квазипоперечного распространения» (условие (2.2)) (стр. 43). Но где же промежуточная зона?

6. Существенным объектом исследования могли бы стать каустические фокусировки, которые автор, ссылаясь на рис. 2.14 а, называет «узлами» и «пучностями», Для этого было бы целесообразно рассматривать в работе не отдельные лучи, а лучевые семейства.

7. Названия некоторых разделов: «Об уменьшении...», «О смещении...», «О влиянии...» нельзя признать удачными.

Замечания из отзыва официального оппонента Падохина А.М.

1. Прочтение работы вызывает ощущение, что автор, к сожалению, не была знакома с рядом важных работ, посвященных задачам моделирования распространения КВ радиоволн, как в естественно, так и искусственно возмущенной ионосфере.

а) Так ссылаясь на основополагающие работы Д.С. Лукина, где был изложен метод характеристик, автор почему-то забывает про работы зарубежных коллег, например J. Haselgrove, в которых аналогичные решения были опубликованы раньше, по крайней мере, в открытой печати.

б) При рассмотрении ПИВ на слабонаклонных и длинных трассах автор тем самым переходит от решения начальной задачи к граничной. Последние исследования показали, что решение таких задач намного эффективнее искать прямым вариационным методом, а не методом пристрелки, как это делает автор. Прямому вариационному методу посвящена в частности диссертация И.А. Носикова из КФ ИЗМИРАН, результаты которой были широко представлены в журналах и на конференциях. Имело бы смысл обосновать выбор метод пристрелки, используемый в работе, по сравнению с более перспективным прямым вариационным методом.

в) Следует отметить, что траекторные расчеты успешно использовались и ранее для анализа результатов нагревных экспериментов на стенде СУРА. Например, в работах Андреевой и Н. G. James рассматривалось распространение ВН в реконструированной по данным спутниковой радиотомографии ионосфере и демонстрировалась возможность ее захвата в канал (каверну). Данный результат имеет прямое отношение к исследованию автора, но, к сожалению, не был принят во внимание.

2. В Главе 1 достаточно подробно описывается решение задачи трассировки КВ радиоволн в неоднородной анизотропной ионосфере методом характеристик. При этом много внимания уделяется заданию распределения электронной концентрации, но очень вскользь упоминается, как задается магнитное поле, о том, что это модель IGRF мы узнаем вообще из последних глав (кстати, без указания конкретной версии, но даны ссылки на два разных ресурса [60] и [130]), про модель эффективной частоты соударения вообще не говорится ни слова, следует ли понимать, что поглощение вообще не рассматривалось? Рассмотрение эффектов поглощения могло бы существенно обогатить анализ нагревных экспериментов, где, как показано автором, важную роль играет то, какая часть энергии волны накачки доходит до области генерации плазменных волн.

3. Вместо использования в достаточно стандартной задаче трассировки КВ радиоволн

хорошо известных и документированных программных реализаций, например кода Jones and Stephenson (ссылки на него также нет в работе), автор предпочитает разработать свою реализацию алгоритмов, это ее право и может только приветствоваться, однако в таком случае следовало бы уделить внимание тестированию разработанных программ, хотя бы для случаев допускающих сравнение с известным аналитическим решением. Это продемонстрировало бы, что разработанный комплекс программ работает корректно. Вероятно это было проделано, но не нашло свое отражение в тексте работы.

4. В работе достаточно подробно описан метод решения начальной задачи, приведены используемые начальные условия, указаны конкретные алгоритмы решения характеристической системы дифференциальных уравнений. Вместе с тем при анализе наклонных трасс автор решает уже граничную задачу (попадание в приемник) и вот методы ее решения описаны в работе существенно хуже. Очевидно, что используется пристрелка, но в какой постановке? Локальная или глобальная минимизация, поиск корня? Какова непосредственная точность пристрелки, вскользь упоминается лишь о нескольких зонах Френеля, без конкретики. Не приводится конкретный алгоритм. Все это вызывает вопросы к модельным ДЧХ, представленным в Главе 4. Например, скачки производной ДЧХ, наиболее очевидные на рисунке 4.11, скорее всего, связаны с методикой пристрелки. Эти моменты вообще не обсуждаются в тексте диссертации.

5. Интерпретация эффектов нагрева, в частности интенсивности ИРИ и положения пятна искусственного оптического свечения (Глава 2), являются с точки зрения оппонента основной и самой важной частью работы. Она выглядит убедительно, если предположить, что в распространении волны накачки доминируют рефракционные эффекты и его можно описать в рамках приближения геометрической оптики. Было бы важно сделать оценки (если такое в принципе возможно), как на эту картину накладываются дифракционные эффекты от мелкомасштабных неоднородностей, которые эффективно возбуждаются в нагревных экспериментах.

6. При анализе результатов ракурсного рассеяния в главе 3 автор предполагает неизменность распределения $N(h)$ вдоль трассы. Указывается, что в пользу такого утверждения свидетельствует короткая, около 170 км, длина трассы и похожесть ионограмм ВЗ, полученных на обоих ее концах. Их было бы неплохо привести в работе, в качестве подтверждения. Кроме того, длина используемой трассы по порядку совпадает с характерными масштабами СМПИВ в ионосфере. Как возможное прохождение СМПИВ повлияет на результаты обработки ракурсных эффектов с использованием предложенного автором метода. Является ли предположение о неизменности распределения $N(h)$ существенным ограничением метода. Можно ли тут использовать результаты главы 4, чтобы оценить возможные ошибки? Кроме того это позволило бы сильнее «привязать» главу 4 к основной части работы.

7. Из текста диссертации (глава 4) не до конца понятна методика определения параметров ПИВ, каким образом (алгоритмом) подбираются параметры модели ионосферы наилучшим образом описывающих наблюдаемые экспериментально ДЧХ, что является количественной мерой наилучшего совпадения экспериментальной и модельной ДЧХ, может ли предлагаемый автором метод использоваться для автоматической обработки большого количества ионограмм наклонного зондирования и определения параметров ПИВ, что позволило бы исследовать их суточную и сезонную динамику, что представляет огромный интерес с геофизической точки зрения.

Замечание из отзыва на автореферат Бисярина М.А.

В качестве недостатка следует отметить неудачную формулировку «Целью работы является применение траекторных расчётов для ... Траекторные расчёты не цель, а средство. В этой же связи и замечание относительно первого выносимого на защиту положения: «Созданный пакет программ ...позволяет...», он для этого и создавался! Было бы более уместно, несмотря на ограниченный объём автореферата, всё же прокомментировать особенности программного пакета, обеспечивающие его ориентированность на исследования обсуждаемых явлений.

Относительно оформления автореферата отметим, что рисунки слишком мелкие, а пояснения к ним не всегда достаточные.

Замечание из отзыва на автореферат Котонаевой Н.Г.

На рис. 4 желательно было бы привести траектории радиоволн в отсутствии возмущения для понимания их отклонения при появлении отрицательного (в соответствии с формулой 4) возмущения. Кроме того, не понятны величины критической частоты ионосферы, отраженной на профиле концентрации электронов на рис. 4а, и частоты сигналов указанных траекторий на этом рисунке. Все это затрудняет понимание корректности результатов рисунка 4.

Замечание из отзыва на автореферат Ясюкевича Ю.В.

Из недостатков можно отметить написание сложносоставных слов с аббревиатурой в первой части без дефиса в большом числе мест. Должно быть, например, «КВ-диапазон». Кроме того, «КВ-радиоволны» неудачное сочетание (хоть и очень часто используемой в литературе), так как если его расшифровать, то получится «коротковолновые радиоволны» лучше «КВ-радиосигналы».

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 установлено следующее:

Показано, что обнаруженный в эксперименте эффект уменьшения интенсивности

искусственного радиоизлучения при частотах волны накачки ниже четвертой гармоники электронной циклотронной частоты ($f_0 \lesssim 4f_{ce}$) по сравнению с обратным случаем $f_0 \gtrsim 4f_{ce}$ при увеличении угла наклона центрального луча диаграммы направленности стенда «Сура» на ионосферу в плоскости магнитного меридиана на юг связан с уменьшением высоты отражения при больших углах падения и разницей дисперсионных свойств плазменных волн при частотах выше и ниже четвертой гармоники.

Показано, что снижение интенсивности искусственного радиоизлучения при наклоне диаграммы направленности стенда HAARP на север связано со свойствами поляризации волны накачки при различных углах наклона диаграммы направленности по отношению к направлению магнитного поля. Установлено, что возрастание интенсивности ИРИ в случае диаграммы направленности стенда HAARP, наклоненной по отношению к вертикали на 14° на север определяется эффектом «зеркального магнитного зенита», т.е. распространением отражённой волны накачки вдоль геомагнитного поля и усилением ее взаимодействия с ионосферой в этом случае на нисходящем участке траектории.

Смещение пятна искусственного оптического свечения ионосферы на север при вертикальном воздействии волны накачки на ионосферу связано с увеличением высоты области плазменного резонанса, где происходит ускорение электронов, и их высыпанием с этой высоты вдоль геомагнитного поля на более низкие высоты (и к северу из-за наклона геомагнитного поля), где имеет место максимум возбуждения атомов кислорода и генерация оптического свечения с длиной волны 630 нм.

Показано, что наблюдение пятна искусственного оптического свечения в магнитном зените при наклоне диаграммы направленности стенда СУРА к югу связано с фокусировкой волны накачки на крупномасштабных неоднородностях электронной концентрации.

Установлены местоположение области и характеристики рассеивающих неоднородностей, ответственных за обратное ракурсное рассеяние радиоволн на трассе Казань–Васильсурск–Казань при различных частотах зондирующих сигналов. Развита методика определения местоположения неоднородностей при зондирующем сигнале ионозонда, работающего в режиме снятия ионограмм.

Определены параметры перемещающихся ионосферных возмущений, наблюдаемых в эксперименте по одновременному ЛЧМ-зондированию на трёх среднеширотных коротких трассах (Васильсурск – Нижний Новгород, Йошкар-Ола – Нижний Новгород и Йошкар-Ола – Васильсурск), а также в эксперименте по ЛЧМ-зондированию на длинной трассе Кипр–Нижний Новгород.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что продемонстрирована возможность использования траекторных расчетов КВ радиоволн в ионосфере для условий

экспериментов в целях интерпретации эффектов, наблюдаемых при воздействии мощных радиоволн на ионосферу, а также в естественных условиях для определения параметров перемещающихся ионосферных возмущений. Для случая воздействия мощных радиоволн на ионосферу проведенные исследования показали адекватность используемых физических моделей для описания искусственных ионосферных возмущений.

Значение полученных соискателем результатов определяется возможностью использования методов предложенного моделирования для определения параметров искусственных возмущений ионосферной плазмы и их использования для различных практических задач управления распространением КВ радиоволн и прогноза распространения КВ в естественных условиях. Результаты работы могут быть востребованы при решении задач функционирования систем радиосвязи в условиях искусственной и естественной турбулентности ионосферы.

Оценка достоверности полученных результатов исследования выявила, что изложенные в диссертационной работе результаты подтверждаются использованием современных подходов к постановке и проведению экспериментов, корректностью применения методов геометрической оптики для описания распространения КВ радиоволн в плавно-неоднородной среде, возможностью непротиворечивого использования результатов для объяснения причин наблюдаемых явлений, связанных с воздействием мощного радиоизлучения на ионосферу, соответствием с опубликованными ранее результатами в данной области, сходством выбора моделей перемещающихся ионосферных возмущений с моделями, используемыми другими авторами, а также сравнением полученных результатов моделирования с результатами обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач, проведении численного моделирования, обработке экспериментальных данных для последующего сопоставления с результатами моделирования, анализе результатов моделирования и интерпретации на его основе результатов эксперимента, подготовке публикаций.

В ходе защиты диссертации членами диссертационного совета критических замечаний высказано не было. Были заданы вопросы о сопоставлении расчетов с экспериментом; о показателе преломления; об использовании в разных задачах разных моделей среды (плоскостной и плавно-неоднородной моделей ионосферы); о задании источника ВЧ; о переходе из изотропной системы в анизотропную и разделении магнитоионных компонент при решении задач; об учете трансформации волн и поглощения; о решении в точке, где неприменима геометрическая оптика; об учете нагрева ионосферы при вычислениях; о выборе в качестве расчетных траекторий либо зондирующих, либо лучей ДН стенда; о целесообразности подбора параметров ПИВ с точки зрения повторяемости их характеристик и условий наблюдения.

Соискатель Семенова Надежда Александровна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию: дано пояснение по поводу качественного совпадения результатов расчетов с экспериментальными данными; пояснено, каким образом и для чего вычисляется показатель преломления; указано, какие модели среды и в каких задачах использовались; пояснено, что исходное направление распространения радиоволн определяется ДН; указано, что в приведенной системе уравнений анизотропия среды учитывается в тензоре диэлектрической проницаемости, а разделение на О- и Х-волны – в выборе соответствующего выражения для показателя преломления; указано, что в используемой модели расчета не учитывались линейная трансформация волн и их поглощение; пояснен алгоритм перехода через точку, в которой нарушаются законы геометрической оптики; указано, что при решении задачи о распространении мощной волны априори предполагается наличие уже сформированных неоднородностей электронной концентрации, т.е. исключается рассмотрение самого процесса формирования неоднородностей; указано, в каких случаях в качестве расчетных лучей рассматривались зондирующие волны, а в каких – лучи ДН нагревного стенда; обоснована целесообразность подбора параметров ПИВ.

На заседании 20.05.2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики, присудить Семеновой Н.А. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек из них 8 докторов наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени — 17, против присуждения ученой степени — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель
диссертационного совета



Гурбатов Сергей Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Клюев Алексей Викторович

20.05.2026