

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 24.09.2025 г. № 25 .

О присуждении Першину Александру Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Экспериментальное исследование и моделирование распространения коротких радиоволн в спокойной и возмущенной ионосфере» по специальности 1.3.4. – Радиофизика принята к защите 04 июня 2025 г., протокол № 16, 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, Першин Александр Владимирович, 4 января 1983 года рождения, окончил магистратуру физико-математического факультета Нижегородского Государственного педагогического университета в 2006 г. с присуждением степени магистра Физико-математического образования по направлению Физико-математическое образование. После определения темы диссертации он был прикреплен к ННГУ им. Н.И. Лобачевского для сдачи кандидатских экзаменов по специальности 1.3.4 Радиофизика. Справка о сдаче кандидатских экзаменов от 07.10.2024 № 063/А выдана федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университете им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ).

В период подготовки диссертации Першин Александр Владимирович работал и работает в настоящее время в Научно-исследовательском радиофизическом институте Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университете им. Н.И. Лобачевского» в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в отделе мониторинга верхней атмосферы Земли на основе контролируемых воздействий Научно-исследовательского радиофизического института

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель**, доцент, доктор физико-математических наук (01.04.03 - Радиофизика) Выборнов Федор Иванович, заведующий кафедрой физики института «Морская академия» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта».

#### **Официальные оппоненты:**

1. Крашенинников Игорь Васильевич, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.03), снс, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук» (ИЗМИРАН), г. Москва.
2. Белов Алексей Сергеевич, гражданин Российской Федерации, кандидат физико-математических наук (специальность 01.04.03 – Радиофизика), заместитель начальника научно-исследовательского отделения – начальник научно-исследовательского отдела, филиала ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» «НИИИС им. Ю.Е. Седатова», г. Нижний Новгород, 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 04.09.2025 г., подписанном заведующим отделом, ведущим научным сотрудником ФГБУ «АНИИ», кандидатом технических наук Калишиным Алексеем Сергеевичем и заведующей лабораторией радиофизических исследований, главным научным сотрудником отдела геофизики ФГБУ «АНИИ», доктором физико-математических наук Благовещенской Натальей Федоровной, указали, что диссертация Першина Александра Владимировича удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Першин Александр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика.

Основные материалы диссертации опубликованы в 24 работах. Среди них 7 статей в журналах из перечня K1-K2 ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и индексируются реферативными базами «WoS» и «Scopus»; 17 работ представляют собой опубликованные материалы докладов на научных конференциях, которые включены в базу данных RSCI (Russian Science Citation Index). Основные результаты диссертации были представлены на международных и всероссийских конференциях.

Авторский вклад соискателя в опубликованные в соавторстве работы заключается в проведении экспериментальных исследований, обработке экспериментальных данных, численного моделирования, анализе полученных результатов, 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. Урядов, В.П. Экстраполяция максимально применимой частоты путем адаптации ионосферной модели IRI-2007 по данным наклонного зондирования в Евроазиатском регионе / В.П. Урядов, Ф.И. Выборнов, **А.В. Першин** // Известия Вузов. Радиофизика. – 2018. – Т. 61, № 12. – С. 975-990.
2. Урядов, В.П. Особенности распространения коротковолновых сигналов на трассах наклонного зондирования во время солнечной и магнитной активности в сентябре 2017 года / В.П. Урядов, Ф.И. Выборнов, **А.В. Першин** // Известия Вузов. Радиофизика. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 95-109.
3. Урядов, В.П. Вариации диапазона частот прохождения коротковолновых сигналов на субавроральной трассе во время магнитно-ионосферной возмущенности в октябре 2016 года / В.П. Урядов, Ф.И. Выборнов, **А.В. Першин** // Известия вузов. Радиофизика. – 2021. – Т. 64, № 2. – С. 83-94.
4. Шейнер, О.А. Оценка степени ионосферных возмущений по поведению нового ионосферного индекса / О.А. Шейнер, Ф.И. Выборнов, **А.В. Першин** // Геомагнетизм и аэрономия. – 2022. – Т. 62, № 4. – С. 509-517.
5. Vybornov, F. On the results of a special experiment on the registration of traveling ionospheric disturbances by a system of synchronously operating chirp ionosondes / F. Vybornov, O. Sheiner, **A. Pershin**, A. Kolchev, E. Zikov, A. Chernov, V. Shumaev // Atmosphere. - 2022. - V. 13, № 1
6. Вертоградов, Г.Г. Моделирование распространения декаметровых радиоволн в условиях волновых возмущений концентрации электронов / Г.Г. Вертоградов, В.П. Урядов, Ф.И. Выборнов, **А.В. Першин** // Известия вузов. Радиофизика. – 2018. – Т. 61, № 6. – С. 462-473.
7. Вертоградов, Г.Г. Однопозиционное определение местоположения источников радиоизлучения в декаметровом диапазоне с помощью широкоапертурного пеленгатора-дальномера ЛЧМ-ионозонда-радиопеленгатора / Г.Г. Вертоградов, В.П. Урядов, Е.Г. Чайка, В.А. Валов, Ф.И. Выборнов, **А.В. Першин**, А.С. Стародубровский // Известия вузов. Радиофизика. – 2017. – Т. 60, № 12. – С. 1072-1092.

**На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов от:**

1. Ясюкевича Юрия Владимировича, доктора физико-математических наук (специальность 1.3.4 Радиофизика), ученое звание доцент, основное место работы Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, заместитель директора по научно-исследовательской работе, г. Иркутск.
2. Носикова Игоря Анатольевича, кандидата физико-математических наук (специальность 01.04.03 Радиофизика), научного сотрудника Калининградского филиала Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова, г. Калининград.
3. Куркина Владимира Ивановича, доктора физико-математических наук (специальность 01.04.03-радиофизика), руководителя научного направления по радиофизике ФГБУН Ордена Трудового Красного знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), г. Иркутск.
4. Галки Александра Георгиевича, кандидата физико-математических наук (специальность 01.04.03 Радиофизика), место работы Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук», заведующий лабораторией методов плазменной диагностики, г. Нижний Новгород.
5. Падохина Артема Михайловича, кандидат физико-математических наук (специальность 25.00.29 Физика атмосферы и гидросферы, доцент кафедры физики атмосферы физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва.

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. Результаты исследования характеристик ПИВ получены по данным слабонаклонного и вертикального зондирования ионосферы. Широкомасштабные исследования параметров ПИВ данными методами, а также наклонного зондирования ионосферы на протяженных радиотрассах, выполняются в Институте солнечно-земной физики СО РАН. На заседании Научного совета Солнце-Земля от 11 декабря 2024, где обсуждались результаты года, было постановлено, что важнейшим результатом по направлению «Инфраструктурные и перспективные проекты» является многопозиционная сеть ЛЧМ ионозондов для непрерывного мониторинга характеристик ионосферных возмущений в азиатском регионе России ИСЗФ СО РАН. Помимо

этого, большой объем работ по исследованиям методом НЗ выполняется такими организациями как ФГБУ «ААНИИ», ИКФИА СО РАН и ИЗМИРАН. В работе недостаточно учтен опыт и отсутствует сопоставление результатов, полученных автором с результатами, перечисленных выше организаций.

2. В Главе 2 автор приводит результаты краткосрочного прогнозирования МПЧ с помощью регрессионного уравнения на различных радиотрассах. Согласно представленным данным коэффициент корреляции расчетного и измеренного значения МНЧ моды 1F2 на интервале 0,5 - 1 час составил 0,7 - 0,9. Для разных трасс длина выборки составляла, в среднем, от 31 до 76 значений. Автор не приводит методику выбора оптимальной длины выборки, что затрудняет оценку предложенного алгоритма прогнозирования МПЧ.

3. В диссертационной работе одним из методов исследования указывается метод вертикального зондирования (ВЗ) ионосферы. Однако, результаты наблюдений методом ВЗ показаны только в Главе 1 на рис. 1.7, где приведен график зависимости критической частоты  $f_oF2$  и истинной высоты точки отражения на частоте 4 МГц. Приведенный график не комментируется в работе и не используется при анализе результатов наблюдения ПИВ, хотя данные ВЗ представляют несомненный интерес при исследовании характеристик ПИВ, особенно сравнение результатов наблюдения методами вертикального и наклонного зондирования. Также в работе не раскрывается метод расчета истинной высоты точки отражения для частоты, равной, 4 МГц.

4. На странице 24 в формуле 1.9 используется обозначение  $f_z$ , смысл которого не раскрыт.

5. В подписи к рис. 1.7. используется обозначение критической частоты  $f_0F2$ , должно использоваться  $f_oF2$ .

6. На приведенных монограммах НЗ (рис. 1.4.) наблюдаются нетипичные следы в виде перевернутых «серпов», описание которых не приводится в работе.

#### **Замечания из отзыва официального оппонента Крашенинникова И.В.**

1. Выбор направления волнового вектора ПИВ в плоскости диагностической радиотрассы с азимутом прихода в  $83^\circ$  недостаточно освещен в третьей главе диссертации. Представляется, что можно были привести результаты моделирования с ортогональным к радиотрассе направлением волнового вектора ( $173^\circ$ ), тем более что триангуляционные измерения движения волнового возмущения в гл. 1 дают направление в  $160^\circ$ .

2. Не совсем понятно, как при ортогональном положении волнового фронта перемещающегося возмущения к плоскости радиотрассы может формироваться значимое азимутальное отклонение в пункте приема.

#### **Замечания из отзыва официального оппонента Белова А.С.**

1. Для экспериментального исследования ионосферы в качестве базовой радио приемо-

передающей станции зондирования использовано оборудование фирмы «SITKOM» LLC (г. Йошкар-Ола). Обоснования выбора этого производителя и сравнения с другими ЛЧМ-ионозондами в работе не представлено.

2. В диссертационной работе исследуются вопросы распространения коротких радиоволн в спокойной и возмущенной ионосфере. При этом рассмотрены только естественные гелиогеофизические возмущения. В какой мере можно использовать полученные результаты для искусственных ионосферных возмущений?

3. Результаты определения направленно-скоростных характеристик ПИВ по данным наклонного ЛЧМ зондирования на слабонаклонной среднеширотной трассе сопоставлены только с усредненными оценочными параметрами среднемасштабных ПИВ. Не ясна погрешность определения параметров ПИВ по данному методу. Кроме того, для полноценной валидации этих результатов, следовало бы провести измерения характеристик ПИВ в одном эксперименте различными методами и сопоставить полученные результаты.

4. В работе встречаются опечатки и орфографические ошибки, к примеру, на стр. 17 «... для исследования ионосферы с использование ионозонда с ЛЧМ» или на стр. 23 «Частота  $F_p$  разностного сигнала  $A(t)$  можно получить...».

#### **Замечание из отзыва на автореферат Ясюкевича Ю.В.**

1. В положениях не хватает конкретики, что требует чтение основных результатов для понимания основных научных достижений. Следует отметить, что результаты достаточно конкретны, проверяемы и демонстрируют новые полученные знания.

2. Сложносоставные слова с аббревиатурой в первой части следует писать через дефис: КВ-радиосвязь, КВ-канал, ЛЧМ-ионозонд. В автореферате в большинстве случаев (но не везде) написано без дефиса.

#### **Замечание из отзыва на автореферат Носикова И.А.**

Существенных замечаний к содержанию и оформлению автореферата не имеется.

#### **Замечание из отзыва на автореферат Куркина В.И.**

Замечаний к содержанию и оформлению автореферата не имеется.

#### **Замечание из отзыва на автореферат Галки А.Г.**

В тексте автореферата диссертации содержится достаточно большое число аббревиатур, некоторые из которых имеют различное написание, например, «ЛЧМ-зондирование».

#### **Замечание из отзыва на автореферат Падохина А.М.**

В своей работе автор многократно использует и упоминает модель IRI, причем ряд задач решает с использованием модели IRI-2007, а ряд с использованием модели IRI-2016, в отдельных

случаях вообще не понятно, какая версия модели используется. Имело бы смысл обосновать выбор той или иной версии модели для определенных задач, или использовать в работе одну, наиболее актуальную версию модели. Также из текста автореферата недостаточно понятны условия, при которых можно применять разработанный автором метод определения скорости и направления распространения ПИВ, работает ли метод в автоматическом режиме или требует работы оператора, используется ли он для регулярного определения характеристик ПИВ, что само по себе представляет огромный интерес, или использовался только для анализа отдельных событий.

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:**

Разработаны и экспериментально проверены методы прогнозирования и экстраполяции максимально применимых частот (МПЧ) на трассы, не оснащенные средствами диагностики, путем адаптации ионосферной модели IRI (International Reference Ionosphere) к условиям распространения радиоволн по данным наклонного ЛЧМ зондирования на субавроральных трассах.

Определены направленно-скоростные характеристики перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) по данным наклонного ЛЧМ зондирования на слабонаклонной среднеширотной трассе.

Определен диапазон изменений максимальной наблюдаемой частоты (МНЧ) и наименьшей наблюдаемой частоты (ННЧ) в различных гелиогеофизических условиях по данным наклонного ЛЧМ-зондирования на субавроральных трассах и даны рекомендации для нейтрализации неблагоприятных воздействий возмущений на работу систем коротковолновой (КВ) радиосвязи.

**Теоретическая и практическая значимость** исследований, проведенных в данной работе, состоит в разработке и обосновании способа определения характеристик ПИВ по данным ЛЧМ зондирования и прогнозирования условий распространения коротких радиоволн на неоснащенных трассах, а также выработке рекомендаций по нейтрализации неблагоприятных воздействий магнитно-ионосферных возмущений, которые могут быть использованы при проектировании и эксплуатации радиоэлектронных систем КВ диапазона различного назначения для обеспечения их эффективного функционирования в различных гелиогеофизических условиях.

**Значение** полученных соискателем результатов для практики определяется исследованиями особенностей распространения КВ радиосигналов на стратегически важных субавроральных трассах наклонного зондирования для определения границ ионосферной изменчивости во время

солнечной и магнитной активности различной интенсивности, моделировании распространения радиоволн в трехмерно-неоднородной магнитоактивной ионосфере в условиях волновых возмущений различной природы. Самостоятельную научную ценность имеет и развитие методов прогнозирования и экстраполяции ключевых параметров ионосферного канала, в том числе на трассах, не оснащенных средствами диагностики, и определения оптимальных участков частот для повышения надежности работы радиосистем КВ диапазона.

**Оценка достоверности** полученных результатов исследования и выводов работы подтверждается использованием обширного банка ионограмм на трассах различной протяженности, полученных с помощью наклонного зондирования ионосферы радиосигналами с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ), использованием современных методов математического моделирования распространения коротких радиоволн и статистических методов обработки экспериментальных данных, согласованием с опубликованными результатами других авторов.

**Личный вклад** соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач, проведении аналитических исследований и численного моделирования, обработки экспериментальных данных, обработке и анализе полученных результатов, подготовке публикаций в научные журналы.

В ходе защиты диссертации соискателю были заданы следующие вопросы и высказаны следующие критические замечания:

Член диссертационного совета, профессор, доктор физ.-мат. наук Д.А. Павлов по 23 слайду просил уточнить какие методы и критерии использовались при подборе параметров перемещающихся ионосферных возмущений.

Член диссертационного совета, профессор, доктор физ.-мат. наук О.А. Морозов задал вопрос о трассах зондирования и возможности проведения измерений при расположении приемной и передающей станций в полярной области.

Член диссертационного совета, профессор, доктор физ.-мат. наук С.М. Грач просил уточнить используемые в докладе термины “краткосрочный и долгосрочный прогнозы”.

Соискатель Першин А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и замечания и привел собственную аргументацию:

По вопросу профессора, доктора физ.-мат. наук Д.А. Павлова он пояснил, что при подборе параметров регистрируемых перемещающихся ионосферных возмущений анализировались и сравнивались с модельными построениями как обыкновенная, так и необыкновенная компоненты, что позволило наилучшим образом определить их параметры.

По вопросу профессора, доктора физ.-мат. наук О.А. Морозова он пояснил, что в его задачу входило проведение измерений на субавроральных трассах и расположение приемной станции при

На заседании 24.09.2025 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики, присудить Першину А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек из них 9 докторов наук по специальности 1.3.4. – Радиопризнаки, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени — 18, против присуждения ученой степени — нет, недействительных бюллетеней — нет.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Гурбатов Сергей Николаевич

Клюев Алексей Викторович

24.09.2025