

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.197.01, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТА СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19 октября 2023 г. № 15

О присуждении Алсаткину Сергею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Метод восстановления высотного профиля электронной концентрации на основе малопараметрической модели фарадеевских замираний» по специальности 1.3.4 – «Радиофизика» принята к защите 29 июня 2023 г., протокол № 10, диссертационным советом 24.1.197.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 126А, а/я 291, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 91нк от 26 января 2023 г.

**Соискатель** Алсаткин Сергей Сергеевич, 22 августа 1982 года рождения, в 2004 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет». С 2005 по 2008 год обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика». В настоящее время работает в должности научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории развития новых методов радиофизической диагностики атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени

Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук.

**Научный** руководитель — Медведев Андрей Всеволодович, член-корреспондент РАН, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

1. Филиппов Михаил Юрьевич, кандидат физико-математических наук, ведущий инженер-аналитик отдела 39/4/1 НТЦ ПАО, Акционерное общество «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца»;
2. Сажин Виктор Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет», кафедра радиофизики и радиоэлектроники,  
дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** Акционерное общество «Научно-производственный комплекс «Научно-исследовательский институт дальней радиосвязи», г. Москва, в своем положительном отзыве, составленном кандидатом технических наук Агаповым Олегом Александровичем, начальником лаборатории АО «НПК «НИИДАР», кандидатом технических наук Ахияровым Владимиром Влеровичем, ведущим инженером АО «НПК «НИИДАР», Тютиным Ильёй Валерьевичем, начальником отдела АО «НПК «НИИДАР», и утверждённом доктором военных наук генеральным директором АО «НПК «НИИДАР» профессором Аношко Юрием Геннадьевичем, указали, что:

Диссертация Алсаткина С.С. представляет законченную научно-квалификационную работу, которая имеет большое практическое значение для интерпретации данных, полученных с использованием ИРНР, а также для совершенствования алгоритмов дистанционной диагностики ионосферы. Содержание диссертации соответствует заявленной специальности 1.3.4–«Радиофизика».

Основные результаты диссертации опубликованы в 9 печатных работах в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК или в международные

реферативные базы Scopus и Web of Science; получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ:

1. Alsatkin, S.S. Features of Ne recovery at the Irkutsk Incoherent Scatter Radar / S.S. Alsatkin, A.V. Medvedev, K.G. Ratovsky // *Solar-Terrestrial Physics*. — 2020. — Vol. 6, iss. 1. — P. 77–88. — doi: 10.12737/stp-61202009.
2. Алсаткин, С.С. Особенности поведения ионосферы вблизи максимума ионизации по данным Иркутского радара некогерентного рассеяния для низкой и умеренной солнечной активности / С.С. Алсаткин, А.В. Медведев, К.Г. Ратовский // *Солнечно-земная физика*. — 2015. — Т. 1, № 3. — С. 28–36. — doi: 10.12737/11450.
3. Alsatkin, S.S. Analyzing the characteristics of phase-shift keyed signals applied to the measurement of an electron concentration profile using the radiophysical model of the ionosphere / S.S. Alsatkin, A.V. Medvedev, D.S. Kushnarev // *Geomagnetism and Aeronomy*. — 2009. — Vol. 49, no. 7 (Special issue 1). — P. 1022–1027.
4. Medvedev, A.V. Relation of internal gravity wave anisotropy with neutral wind characteristics in the upper atmosphere / A.V. Medvedev, K.G. Ratovsky, M.V. Tolstikov, A.V. Oinats, S.S. Alsatkin, G.A. Zherebtsov // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. — 2017. — Vol. 122, no. 7. — P. 7567–7580. — doi: 10.1002/2017JA024103.
5. Ratovsky, K.G. Comparative study of COSMIC/FORMOSAT-3, Irkutsk Incoherent Scatter Radar, Irkutsk Digisonde and IRI model electron density vertical profiles / K.G. Ratovsky, A.V. Dmitriev, A.V. Suvorova, A.A. Scherbakov, S.S. Alsatkin, A.V. Oinats // *Advances in Space Research*. — 2017. — Vol. 60. — P. 452–460. — doi: 10.1016/j.asr.2016.12.026.
6. Zherebtsov, G.A. Diurnal variations of the ionospheric electron density height profiles over Irkutsk: Comparison of the incoherent scatter radar measurements, GSM TIP simulations and IRI predictions / G.A. Zherebtsov, K.G. Ratovsky, M.V. Klimenko, V.V. Klimenko, A.V. Medvedev, S.S. Alsatkin, A.V. Oinats, R.Yu. Lukianova // *Advances in Space Research*. — 2017. — Vol. 60. — P. 444–451. — doi: 10.1016/j.asr.2016.12.008.
7. Medvedev, A.V. A statistical study of internal gravity wave characteristics using the combined Irkutsk Incoherent Scatter Radar and Digisonde data / A.V. Medvedev, K.G. Ratovsky, M.V. Tolstikov, S.S. Alsatkin, A.A. Scherbakov // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. — 2015. — Vol. 132. — P. 13–21. — doi: 10.1016/j.jastp.2015.06.012.

8. Shcherbakov, A.A. Calculation of meridional neutral winds in the middle latitudes from the Irkutsk Incoherent Scatter Radar / A.A. Shcherbakov, A.V. Medvedev, D.S. Kushnarev, M.V. Tolstikov, S.S. Alsatkin // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. — 2015. — Vol. 120. — P. 10851–10863. — doi: 10.1002/2015JA021678.
9. Medvedev, A.V. Studying of the spatial-temporal structure of wavelike ionospheric disturbances on the base of Irkutsk Incoherent Scatter Radar and Digisonde data / A.V. Medvedev, K.G. Ratovsky, M.V. Tolstikov, S.S. Alsatkin, A.A. Scherbakov // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. — 2013. — Vol. 105-106. — P. 350–357. — doi: 10.1016/j.jastp.2013.09.001.

В приведенных выше публикациях изложен разработанный метод восстановления профиля электронной концентрации по измеренному на Иркутском радаре некогерентного рассеяния профилю замираний мощности вследствие эффекта Фарадея и продемонстрированы результаты использования данных, полученных с помощью разработанного метода, в решении научных задач.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, вида, авторского вклада и объема научных изданий.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. М.Г. Деминовым, главным научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН). Отзыв положительный, без замечаний.

2. Отзыв на автореферат, подписанный кандидатом технических наук А.А. Кислицыным, доцентом кафедры радиотехники и связи Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный технологический университет». Отзыв положительный, содержит замечание:

— В автореферате не указаны количественные показатели оптимального соотношения между разрешающей способностью и отношением сигнал/шум для используемого радара.

3. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. М.В. Клименко, ведущим научным сотрудником Калининградского филиала Федерального

государственного бюджетного учреждения науки Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук. Отзыв положительный, содержит замечания:

— Во втором пункте положений, выносимых на защиту, не ясно, какие именно новые результаты были получены при выявлении суточно-сезонных зависимостей электронной концентрации внешней ионосферы.

—Из рисунка 6 автореферата не ясно, какие динамические характеристики перемещающихся ионосферных возмущений представлены. Отсутствует шкала и название представленной на рисунке величины.

4. Отзыв на автореферат, подписанный доктором технических наук А.В. Гацковским, старшим научным сотрудником ПАО «МАК «Вымпел». Отзыв положительный, содержит замечания:

—Результаты исследования закономерностей сезонных изменений электронной концентрации ионосферы были бы более убедительны при использовании более репрезентативной статистики, содержащей данные не только для условий низкой и умеренной, но и данные для условий высокой солнечной активности.

—К разряду дискуссионных можно отнести используемое автором утверждение о преимуществах методов определения параметров ионосферной плазмы одновременно во всем исследуемом диапазоне высот, а не на отдельных высотных интервалах.

—При рассмотрении радаров некогерентного рассеяния в качестве источника данных о состоянии ионосферы автор сосредоточился на рассмотрении возможностей измерения параметров ионосферы методом некогерентного рассеяния. Вместе с тем следовало бы также указать и на возможности измерения этих же параметров за счет использования доступных для ИРНР невязок между измеренным и расчетным положением в его зоне действия специальных юстировочных спутников, эфемериды которых измеряются высокоточными средствами лазерной дальнометрии.

5. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. А.К.Строевым, ведущим инженером-аналитиком АО «Радиотехнический институт им. акад. А.Л. Минца». Отзыв положительный, содержит замечания:

-В качестве замечания хотелось бы подробно осветить проблему

выбора оптимального сигнала. Не совсем понятно, в чем преимущество использования сигнала с узкой полосой: теоретически, отношение сигнал-шум при увеличении полосы сигнала не уменьшается, поскольку увеличение дисперсии шума компенсируется увеличением амплитуды отфильтрованного сигнала. Кроме того, рассмотрены только сигналы заданной длительности, основанные на кодах Баркера. Интересно было бы добавить в сравнение сигналы с еще более широкой полосой или с большей длительностью, например, ЛЧМ сигналы, или ФКМ сигналы, основанные на M-последовательностях.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается тем, что оппоненты являются авторитетными учеными в области радиофизики и распространения радиоволн и выполняли работы, близкие по тематике к теме, развитой в диссертационной работе, а ведущая организация АО «НПК «НИИДАР» на протяжении многих десятилетий является одним из ведущих научных центров в области радиофизических исследований, что непосредственно пересекается с темой диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** действующий в автоматическом режиме в масштабе реального времени программный комплекс, реализующий устойчивый метод восстановления высотных профилей электронной концентрации по данным Иркутского радара некогерентного рассеяния;

**разработан** метод подбора параметров специальных сложных сигналов (длительность, ширина спектра), обеспечивающих оптимальное соотношение между разрешающей способностью и отношением сигнал/шум;

**доказано** повышение устойчивости алгоритма восстановления высотного профиля электронной концентрации на основе использования малопараметрической модели профиля мощности некогерентно рассеянного сигнала с учетом эффекта Фарадея.

**предложены** методы повышения скорости работы алгоритма восстановления профиля электронной концентрации, позволяющие его применять в режиме реального времени для оперативной диагностики

состояния ионосферы.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**изучены** статистические закономерности поведения электронной концентрации в условиях низкой и умеренной солнечной активности для четырех сезонов над Восточно-Сибирским регионом;

**изложены** методы и алгоритмы по повышению устойчивости определения значения электронной концентрации по данным Иркутского радара некогерентного рассеяния.

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

**внедрен** на Иркутском радаре некогерентного рассеяния авторский метод получения профиля электронной концентрации по измеренному профилю замираний мощности сигнала вследствие эффекта Фарадея.

**создан** большой массив обработанных экспериментальных данных, который неоднократно использовался различными исследовательскими коллективами для решения научных задач.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами, полученными по данным Иркутского ионозонда DPS-4, показана воспроизводимость всех основных закономерностей суточного хода электронной концентрации;

**использованы** современные математические и физически обоснованные статистические методы обработки данных.

**Личный вклад соискателя состоит** в разработке программного пакета восстановления профиля электронной концентрации по измеренным замираниям мощности вследствие эффекта Фарадея и непосредственном решении научных задач, поставленных диссертанту научным руководителем. Автор непосредственно принимал участие в проведении ионосферных измерений на Иркутском радаре некогерентного рассеяния, анализировал и обрабатывал экспериментальные данные.

В ходе защиты было высказано следующее критическое замечание:

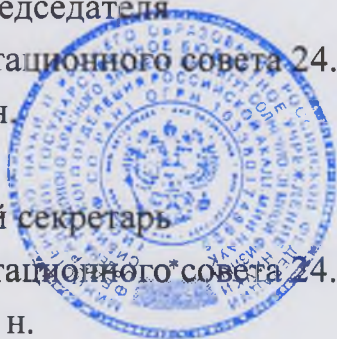
Для описания высотного профиля плотности ионосферы нельзя ограничиваться только моделью Чапмена.

Соискатель Алсаткин С.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, пояснив используемые в работе методы, а также согласился с рядом замечаний.

На заседании 19 октября 2023 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития диагностики ионосферной плазмы методом некогерентного рассеяния на Иркутском радаре некогерентного рассеяния, присудить Алсаткину С.С. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – «Радиофизика».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 4 доктора наук по специальности 1.3.4 – «Радиофизика», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 18 , против - нет , недействительных бюллетеней - 1.

Зам. председателя  
диссертационного совета 24.1.197.01,  
д.ф.-м.н.



А.Т. Алтынцев

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.1.197.01,  
к. ф.-м. н.

Ю.В. Ясюкевич

19 октября 2023 г.