

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.002.01
НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____

Решение диссертационного совета от 28.02.2023 N 103 о присуждении Липаткину Владиславу Игоревичу ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация Повышение качества обнаружения широкополосного сигнала и точности совместного оценивания его параметров в условиях частотной дисперсии ионосферы Земли по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения принята к защите 12 декабря 2022г., протокол №100 диссертационным советом 55.2.002.01 на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (далее МТУСИ), Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8а, Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 244/нк от 03 марта 2016 г., изменения в составе утверждены Приказами Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 37/нк от 30.01.2019, № 599/нк от 15.10.2020, №804/нк от 16.12.2020 г., № 331/нк от 12.04.2021г., № 679/нк от 24.06.2022г., № 1215/нк от 12.10.2022г.

Соискатель Липаткин Владислав Игоревич 24 августа 1995 года рождения, в 2022 году окончил аспирантуру МТУСИ по направлению «Электроника, радиотехника и системы связи». Кандидатские экзамены сданы в 2022 году (имеется удостоверение о сдаче экзаменов). Работает младшим научным сотрудником в научно-исследовательском отделе 48 научно-исследовательской части МТУСИ.

Диссертация выполнена на кафедре радиотехнических систем МТУСИ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Лобов Евгений Михайлович, доцент кафедры радиотехнических систем МТУСИ.

Официальные оппоненты:

1. Рябова Наталья Владимировна – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехники и связи Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «ПГТУ»);

2. Калачиков Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехнических систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (СибГУТИ)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Радиотехнический институт имени академика А. Л. Минца» (далее АО РТИ), г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Виноградовым Александром

Георгиевичем, кандидатом физико-математических наук, начальником теоретического отдела АО РТИ и Буханцом Дмитрием Ивановичем, доктором технических наук, ученым секретарем АО РТИ, указали, что диссертация имеет значение для развития широкополосных загоризонтных радиолокаторов и систем связи декаметрового диапазона длин волн. Соискатель имеет по теме диссертации 14 работ, из них 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК, 6 работ, индексируемых в международной базе SCOPUS, 1 публикацию в других индексируемых научных журналах и изданиях, а также 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Основные публикации:

1. Алгоритмы оценки и компенсации дисперсионных искажений широкополосных сигналов ионосферных радиолоний связи / С.С. Аджемов, Е.М. Лобов, Н.А. Кандауров, Е.О. Лобова, **В.И. Липаткин** // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2021. – Т. 13. № 5. – С. 57-74. doi: 10.36724/2409-5419-2021-13-5-57-74 (личный вклад Липаткина В.И. 50%).
2. **Липаткин, В.И.** Алгоритм обнаружения широкополосного сигнала в условиях его дисперсионных искажений при одновременной оценке множества параметров / В.И. Липаткин, Е.О. Лобова // Электросвязь. – 2022. – № 7. – С. 23-29. (личный вклад Липаткина В.И. 90%).
3. **Lipatkin, V.I.** The quality of estimation of parameters of a broadband signal with non-optimal reception under conditions of dispersion distortions in the Earth's ionosphere / **V.I. Lipatkin**, E.M. Lobov, E.O. Lobova // T-Comm: Telecommunications and transport. – 2022. – Т. 16, № 8. – С. 46-53. (личный вклад Липаткина В.И. 90%).
4. **Lipatkin, V.I.** Broadband Noise-like Signal Parameters Joint Estimation Quality with Dispersion Distortions in the Ionospheric Channel / **V.I. Lipatkin**, E.O. Lobova // 2020 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). – 2020. – 6 p. doi: 10.1109/SYNCHROINFO49631.2020.9166082 (личный вклад Липаткина В.И. 90%).
5. **Lipatkin, V.I.** Wideband Signals Dispersion Distortions Optimum Tracking Compensator Based on Digital Filter Banks Using Farrow Filters / **V.I. Lipatkin**, E.O. Lobova, N.A. Kandaurov // 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2020. – 2020. – 6 p. doi: 10.1109/IEEECONF48371.2020.9078656 (личный вклад Липаткина В.И. 90%).
6. **Lipatkin, V.I.** The Influence of the Quality of the Estimation of Dispersion Distortions of a Broadband HF Signal on the Noise Immunity of a Radio Link / **V.I. Lipatkin**, E.O. Lobova and K.E. Telengator // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). – 2021. – 5 p. doi: 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488371 (личный вклад Липаткина В.И. 90%).
7. **Lipatkin, V.I.** Cramer-Rao Bounds for Wideband Signal Parameters Joint Estimation in Ionospheric Frequency Dispersion Distortion Conditions / **V.I. Lipatkin**, E.M. Lobov, E.O. Lobova, N.A. Kandaurov // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2021. – 2021. – 7 p. doi: 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416074 (личный вклад Липаткина В.И. 90%).
8. Kandaurov, N.A. Implementing Digital Downconversion on a GPU / N.A. Kandaurov, **V.I. Lipatkin**, V.O. Varlamov // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). – 2021. – 8 p.

doi: 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488398 (личный вклад Липаткина В.И. 90%).

9. **Lipatkin, V.I.** Computationally Efficient Implementation of Joint Detection and Parameters Estimation of Signals with Dispersive Distortions on a GPU / **V.I. Lipatkin, E.M. Lobov, N.A. Kandaurov** // Sensors. – 2022. – № 9: 3105. – 15 p. doi: 10.3390/s22093105 (личный вклад Липаткина В.И. 90%).

10. Investigation of the Influence of Dispersion Distortions of Wideband Signals on the Quality of their Delay and Frequency Shift Estimation / E.M. Lobov, N.A. Kandaurov, E.O. Lobova, **V.I. Lipatkin** // SynchroInfo Journal. – 2021. – Vol. 7, №1. – P. 11-16 (личный вклад Липаткина В.И. 70%).

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020619922 Российская Федерация. Программный модуль оценки параметров сигналов / Н.А. Кандауров, **В.И. Липаткин**, Д.С. Чиров, Е.О. Кандаурова; заявитель и правообладатель МТУСИ. – № 2020616919; заявл. 30.06.2020; опубл. 26.08.2020. – 1 с. (личный вклад Липаткина В.И. 70%).

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021619517 Российская Федерация. Программа обработки широкополосных сигналов на GPU в режиме реального времени / Н.А. Кандауров, Е.М. Лобов, **В.И. Липаткин**; заявитель и правообладатель МТУСИ. – № 2021618621; заявл. 02.06.2021; опубл. 10.06.2021. – 1 с. (личный вклад Липаткина В.И. 90%).

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022615306 Российская Федерация. Программа оценки качества приема зондирующих сигналов в ионосферном канале / Н.А. Кандауров, **В.И. Липаткин**, Е.О. Лобова; заявитель и правообладатель МТУСИ. – № 2022614265; заявл. 22.03.2022; опубл. 30.03.2022. – 1 с. (личный вклад Липаткина В.И. 70%).

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022615298 Российская Федерация. Программный модуль совместного обнаружения и оценки параметров сигнала на GPU/ **В.И. Липаткин**; заявитель и правообладатель МТУСИ. – № 2022614204; заявл. 22.03.2022; опубл. 30.03.2022. – 1 с. (личный вклад Липаткина В.И. 100%).

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступило 7 положительных отзывов от АО «КОНЦЕРН ВКО «АЛМАЗ – АНТЕЙ», АО «ОКБ МЭИ», ФГУП «18 ЦНИИ» МО РФ, ФГБНУ «Аналитический центр», ФГБУ НИИР, МГТУ ГА, РТУ МИРЭА.

Были отмечены следующие недостатки:

1. В содержании раздела 2 приведены только рисунки с теоретическими и экспериментальными зависимостями СКО исследуемых оценок от ОСШ и не приведены рисунки с теоретическими и экспериментальными зависимостями корреляций и коэффициентов корреляций исследуемых оценок от ОСШ.

2. В тексте автореферата недостаточно полно изложено как были получены выражения для дисперсии оценок и коэффициентов корреляции для оцениваемых параметров для фазоманипулированных сигналов.

3. В автореферате недостаточно подробно описано влияние частотной дисперсии на широкополосные сигналы.

4. В автореферате отсутствуют графики с зависимостями СКО оценок всех исследуемых в работе параметров от ОСШ для частных случаев сигналов.

5. В содержании раздела 2 недостаточно подробно описаны особенности для выражений дисперсии оценок и коэффициентов корреляции в случае использования сигналов, сформированных на основе ПСП большой длины, и симметричных/антисимметричных во времени сигналов.

6. В автореферате недостаточно подробно описаны параметры имитационного моделирования, которое проводилось для подтверждения теоретических выражений дисперсий оценок исследуемых параметров.

7. В автореферате недостаточно полно раскрыты параметры сигнала, который использовался в ходе натурных испытаний на однокачковой трассе.

8. В автореферате отсутствуют выражения для дисперсий самостоятельной оценки всех исследуемых параметров широкополосного сигнала, с которыми выполняется сравнение новых полученных выражений.

9. В автореферате в разделе 2 отсутствуют графики, наглядно иллюстрирующие корреляцию между оцениваемыми параметрами широкополосного сигнала.

10. Легенда на рисунках 11 и 12 автореферата недостаточно разборчива.

11. На рис. 1 и рис. 2 автореферата представлены графические зависимости коэффициентов частотно-временной связи и частотно-дисперсионной связи от наклона дисперсионной характеристики. Расчеты проведены применительно к коду Баркера и коду Голда. Из текста автореферата не вполне ясно ограничился ли автор только этими кодами или в работе рассматривались другие коды.

12. В автореферате не приведены аналитические выражения для вероятности ложной тревоги и пропуска цели при обнаружении сигнала с двумя неизвестными параметрами – неизвестным наклоном дисперсионной характеристики и начальной фазой.

13. В автореферате отсутствуют схемы реализации вычислительно эффективного алгоритма обнаружения широкополосного сигнала с одновременным совместным оцениванием его параметров на графическом процессоре.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и представители ведущей организации имеют значительное количество публикаций, близких к теме диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– показано, что дисперсионные искажения фазоманипулированных сигналов приводят к ненулевой корреляции оценок задержки и сдвига частоты сигнала, уменьшающейся с увеличением длительности сигнала, при этом качество оценивания задержки сигнала и сдвига частоты будет стремиться к соответствующему значению при отсутствии дисперсионных искажений;

– показано, что оценивание параметров фазоманипулированных сигналов с одновременным оцениванием наклона дисперсионной характеристики в полосе 400 кГц позволяет уменьшить СКО оценки задержки до 10 раз, СКО оценки частотного сдвига до 1,7 раз, СКО оценки фазы до 2,4 раза при нормированном отношении сигнал/шум E_s/N_0 выше 16 дБ, что эквивалентно энергетическому выигрышу от 4,5 дБ до 20 дБ при заданном уровне СКО оценок;

– показано, что предложенный алгоритм совместного оценивания параметров сигнала и его обнаружения в условиях дисперсионных искажений позволяет уменьшить вероятность пропуска цели более чем в 100 раз для нормированного отношения сигнал/шум E_s/N_0 выше 15 дБ и обеспечивает энергетический выигрыш порядка 2 дБ в части обнаружения при фиксированном уровне вероятности ложной тревоги $1.0e-3$ по сравнению с алгоритмом обнаружения без компенсации дисперсионных искажений.

– показано, что разработанное устройство обнаружения широкополосного сигнала с одновременным совместным оцениванием начальной фазы, задержки, частотного сдвига сигнала и наклона дисперсионной характеристики канала, реализованное на GPU имеет вычислительно эффективную структуру и, в отличие от известных, позволяет в реальном масштабе времени обрабатывать сигналы длительностью до 2 с в полосе до 400 кГц с базой сигнала порядка 59 дБ и потерями в качестве оценивания относительно модели устройства, не превышающими 1 дБ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что получены новые аналитические выражения для расчета дисперсии оценок параметров (задержки, частотного сдвига и начальной фазы) широкополосного сигнала в условиях дисперсионных искажений, включая дисперсию оценки наклона дисперсионной характеристики канала, а также для расчета вероятности ложной тревоги и пропуска цели при одновременном обнаружении упомянутого широкополосного сигнала.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработан вычислительно эффективный алгоритм обнаружения сигнала с одновременным совместным оцениванием его параметров. По данному алгоритму разработано вычислительно эффективное устройство на базе графического процессора, которое было апробировано на модельных и натуральных записях сигналов.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается корректностью применения математических методов и соответствием результатов, полученных путем аналитических расчетов и численного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном получении соискателем научных результатов. Автор принимал непосредственное участие в планировании и проведении работы, обработке и обсуждении полученных результатов, подготовке публикаций.

Диссертация Липаткина В.И. является научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи – синтез оптимальных алгоритмов совместного оценивания множества параметров сигнала с одновременным его обнаружением, включая оценивание наклона дисперсионной характеристики ионосферного канала, а также исследование количественных показателей эффективности полученных алгоритмов.

По новизне, уровню научной проработки и практической значимости полученных результатов работа отвечает требованиям п.9 и п.10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Липаткин Владислав Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

На заседании 28 февраля 2023 г. диссертационный совет принял **решение** присудить Липаткину В.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель

диссертационного совета



А. С. Аджемов

Ученый секретарь

диссертационного совета

М. В. Терешонок

Заключение совета составлено 28 февраля 2023 г.