

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.01

Соискатель: Алексеев Георгий Алексеевич

Тема диссертации: «Синхронные устройства формирования и приема сигналов цифровых систем передачи информации»

Специальность: 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Решение диссертационного совета по результатам защиты:

на заседании 28 декабря 2021 года, протокол № 8, диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным положением «О присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, и принял решение присудить Алексееву Георгию Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали:

Кузнецов Ю.В. – председатель диссертационного совета;

Горбунова А.А. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета:

Ушкар М.Н., Важенин Н.А., Воскресенский Д.И., Гаврилов К.Ю.,
Гринев А.Ю., Кириллов В.Ю., Комаров В.В., Куприянов А.И., Назаров А.В.,
Овчинникова Е.В., Плохих А.П., Пономарев Л.И., Сычев М.И.,
Татарников Д.В., Шевцов В.А., Юдин В.Н.

Ученый секретарь
диссертационного совета
24.2.327.01, к.т.н.

А.А. Горбунова



Отдела УДС МАИ

Г.А. Горбунова

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВА-
ТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ-
СКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28.12.2021 № 8

О присуждении Алексееву Георгию Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Синхронные устройства формирования и приема сигналов цифровых систем передачи информации» по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» (технические науки) принята к защите «30» сентября 2021 года (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.327.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Алексей Георгий Алексеевич, 28.03.1989 года рождения.

В 2012 году соискатель окончил Московский авиационный институт по специальности «Средства связи с подвижными объектами». Прошел (с 11.2012 по 10.2016) заочное обучение в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) по специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». С 24.06.2021 по настоящее время прикреплен к кафедре

408 «Инфокоммуникации» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Работает в должности инженера 1-й категории в Акционерном обществе «Научно-исследовательский институт точных приборов» (АО «НИИ ТП»), Холдинг Российские космические системы (Роскосмос).

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 408 «Инфокоммуникации».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Мартirosов Владимир Ервандович**, профессор кафедры 408 «Инфокоммуникации» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Куликов Геннадий Валентинович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры радиоэлектронных систем и комплексов ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»;

2. **Сидоркина Юлия Анатольевна**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры СМ-5 «Автономные и управляющие системы» ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подпи-

санном Пестряковым Александром Валентиновичем, д.т.н., профессором, зав. кафедрой «Радиооборудование и схемотехника» МТУСИ и утвержденном Леохиным Юрием Львовичем, д.т.н., проректором МТУСИ по научной работе, указала, что диссертация Алексеева Г.А. «Синхронные устройства формирования и приема сигналов цифровых систем передачи информации» является цельной, обладающей внутренним единством, научно-исследовательской работой, которая по актуальности, объему проведенных исследований, научной новизне и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям пунктов 9-10 Положения о присуждения ученых степеней, утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 года №842.

Автореферат достаточно адекватно отражает содержание диссертации. Представленная работа соответствует паспорту специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Сделаны выводы о том, что автор Алексеев Георгий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры «Радиооборудование и схемотехника» Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ) (протокол № 4 от 7.12.2021 г.).

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 25 работ, из них 5 научных статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 5 публикаций в изданиях индексированных в Scopus, Web of Science. Материалы диссертации были доложены на 9 научно-технических конференциях. Кроме того, по результатам проведенных в диссертации исследований, получено 6 патентов РФ на изобретения и акт о внедрении.

Наиболее значимые научные работы соискателя:

в рецензируемых научных изданиях:

1. Мартиросов В.Е., **Алексеев Г. А.**, Парамонов А. А., Савватеев Ю. И. Структурный синтез системы синхронизации с высокими динамическими характеристиками // Радиотехника и электроника. – 2019. – Т.64. – № 2. – С.1-5. doi:10.1134/S0033849419020153

2. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Квазикогерентный демодулятор BPSK-сигнала на основе системы синхронизации GLSS // Электросвязь. – 2016. – № 7. – С.58-62.

3. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Квазикогерентный модулятор сигнала QPSK // Труды МАИ. – 2015. – №80.

4. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Программная реализация квазикогерентного демодулятора сигнала манипуляции минимального сдвига // Вестник Московского авиационного института. – 2013. – Т.20. – № 5. – С.134-148.

5. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Программная реализация системы фазовой автоподстройки частоты // Труды МАИ. – 2013. – №71.

индексируемые в Scopus и Web of Science:

6. **Alekseev G.A.**, Martirosov V.E. Dynamic Characteristics of the BPSK-GLSS Demodulator // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, Russia, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416110

7. **Alekseev G.A.**, Martirosov V.E. QPSK Signal Generation Based on Globally Linearized Synchronization System // 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, Russia, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/IEEECONF48371.2020.9078592

8. Martirosov V. E., **Alekseev G. A.** Investigation of the QPSK-GLSS Demodulator using Phase Space Methods// 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, Russia, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416093

9. Martirosov V. E., **Alekseev G. A.** Synchronous Methods of BPSK Signal Generation // 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, Russia, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/IEEECONF48371.2020.9078562.

10. Martirosov V. E., **Alekseev G. A.**, Paramonov A. A., Savvateev Yu. I. Structural Synthesis of Synchronization Systems with High Dynamic Characteristics // Journal of Communications Technology and Electronics. Pleiades Publishing Ltd, v.64, no.2, February 2019, pp. 158-162. doi:10.1134/S1064226919020153

в патентах:

11. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Глобально линеаризованная система синхронизации. Патент на изобретение № 2554535 // Оpubл. офиц. бюл. «Изобретения. Полезные модели». 2015. №18.

12. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Квазикогерентный демодулятор сигналов бинарной фазовой манипуляции. Патент на изобретение № 2566813 // Оpubл. офиц. бюл. «Изобретения. Полезные модели». 2015. №30.

13. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Квазикогерентный демодулятор сигналов квадратурной фазовой манипуляции. Патент на изобретение № 2582331 // Оpubл. офиц. бюл. «Изобретения. Полезные модели». 2016. №12.

14. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Квазикогерентный модулятор сигналов бинарной фазовой манипуляции. Патент на изобретение № 2567002 // Оpubл. офиц. бюл. «Изобретения. Полезные модели». 2015. №30.

15. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Квазикогерентный модулятор сигналов квадратурной фазовой манипуляции. Патент на изобретение № 2581646 // Оpubл. офиц. бюл. «Изобретения. Полезные модели». 2016. №11.

16. Мартиросов В.Е, **Алексеев Г.А.** Синтезатор частот. Патент на изобретение № 2595629 // Оpubл. офиц. бюл. «Изобретения. Полезные модели». 2016. №24.

Ключевые моменты диссертационной работы изложены в 16 работах: в рецензируемых научных изданиях, публикациях индексируемых в между-

народных системах цитирования, в описаниях к патентам на изобретения. Работы [1-16] написаны в соавторстве: [1, 10] – с В.Е. Мартиросовым, А.А. Парамоновым, Ю. И. Савватеевым, [2-16] – с В.Е. Мартиросовым.

В работе [1] представлены результаты структурного синтеза систем синхронизации, оптимизированных по быстродействию в переходном режиме работы (глобально линеаризованной системы синхронизации, ГЛСС). На основе фазовых портретов систем фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) проанализированы проблемы быстродействия вхождения в синхронный режим работы. Осуществлена глобальная линеаризация траекторий фазовых портретов, позволившая аргументировать структурные решения для систем синхронизации, обладающих улучшенными динамическими характеристиками.

В работе [2] представлены результаты исследований разработанной структуры квазикогерентного демодулятора сигнала бинарной фазовой манипуляции (BPSK), основанной на структуре глобально линеаризованной системы синхронизации. Получены аналитические соотношения и результаты моделирования для оценки времени синхронизации системы ГЛСС по частоте. Проведено сравнительное исследование демодулятора BPSK на основе ГЛСС по динамическим характеристикам и помехоустойчивости с широко применяемой структурой демодулятора BPSK на основе схемы Костаса.

В работе [3] подробно рассмотрены принципы построения квазикогерентного модулятора сигнала квадратурной фазовой манипуляции (QPSK), обладающего улучшенным комплексом основных параметров, характерных для синхронных систем. Представлена структурная схема предложенной структуры модулятора, показаны диаграммы фазовых состояний, временные эпюры динамических переходов и фазовые портреты исследуемого устройства. Приведены результаты имитационного моделирования математической модели квазикогерентного модулятора QPSK сигнала в программной среде MATLAB/Simulink, в том числе при сравнении с модулятором QPSK сигнала на основе традиционной ФАПЧ 2-го порядка.

В работе [4] на примере программной реализации квазикогерентного демодулятора ММС сигнала рассмотрены вопросы построения программных стендов для исследований структур квазикогерентных демодуляторов с учетом реальных условий приема (смещение частоты входного сигнала; канал с аддитивным белым гауссовым шумом); проанализированы методы синхронизации по несущей частоте и тактовой синхронизации в квазикогерентных структурах демодуляции; сформирована методика расчета параметров для подобных квазикогерентных структур.

В работе [5] на примере программной реализации системы ФАПЧ рассмотрены вопросы расчета параметров системы восстановления когерентной несущей (СВКН) при квазикогерентном приеме.

В работах [6-9] проанализирована работа структур модуляторов и демодуляторов BPSK, QPSK на основе ГЛСС с использованием методов фазового пространства (фазовых портретов).

В патентах [11-16] содержится подробное описание изобретений разработанных в ходе исследований синхронных устройств формирования и приема: глобально линеаризованной системы синхронизации, квазикогерентного модулятора BPSK сигнала, квазикогерентного модулятора QPSK сигнала, квазикогерентного демодулятора BPSK сигнала, квазикогерентного демодулятора QPSK сигнала, синтезатора частоты косвенного метода синтеза.

Помимо указанных работ у автора диссертации имеются работы, опубликованные в сборниках трудов научно-технических конференций, в том числе международных.

В работах соискателя по теме диссертации в полном объеме изложены материалы диссертации и положения, выносимые на защиту.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Куликов Геннадий Валентинович (официальный оппонент).

Отзыв заверен начальником Управления кадров ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Бухановой М.М.

В замечаниях по диссертационной работе указано на: отсутствие подробного описания методов обеспечения устойчивой работы демодулятора BPSK на основе ГЛСС в шумах; необходимость подтверждения заявленных характеристик разработанных структур – возможности работы на скоростях передачи информации «до уровней порядка 1 Гбит/с» и при «быстрых изменениях несущей частоты в широком диапазоне частот»; необходимость использования уточненных математических моделей учитывающих нелинейности и собственные шумовых характеристики устройств, а также проведения натурных экспериментов на реальном оборудовании; отмечается, что формулировка части положений, выносимых на защиту более подходит для описания результатов работы; отмечено присутствие ошибок пунктуации в тексте и отличие нумерации списка литературы от общепринятой.

При этом подчеркнуто, что указанные недостатки не снижают ценности диссертации, которая представляет собой законченную научно-квалификационную работу, отвечает всем требованиям положения «О порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Алексеев Георгий Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника в том числе, системы и устройства телевидения».

Сидоркина Юлия Анатольевна (официальный оппонент).

Отзыв заверен зам. директора НИИСМ ФГБОУ ВО МГТУ им Н.Э. Баумана, Борзовым А.Б.

В замечаниях по диссертационной работе указано, что проверенные на имитационных моделях скорости передачи данных существенно ниже предполагаемых при реальном применении устройств; указано на необходимость исследования вопросов демодуляции сигналов на высоких скоростях передачи данных в СВЧ диапазоне частот; обозначена целесообразность исследования вопросов модуляции/демодуляции с одновременной перестройкой несущей частоты; отмечена необходимость

рассмотрения проблемы тактовой синхронизации при квазикогерентном приеме сигналов с использованием созданных устройств, в том числе в СВЧ диапазоне.

При этом отмечено, что структура материалов диссертации обладает внутренней логикой, работа имеет серьезную методологическую и научную основу. Указано, что результаты, полученные в работе, обладают научной новизной и, в то же время, имеют прикладную направленность по актуальной теме.

Сделаны выводы о том, что диссертация Алексева Г.А. «Синхронные устройства формирования и приема сигналов цифровых систем передачи информации» является законченной научно-квалификационной работой и содержит новые научные результаты, имеющие высокое значение для инженерной практики. Диссертация отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника в том числе, системы и устройства телевидения».

ФГБОУ ВО «МТУСИ» (ведущая организация)

Отзыв утвержден проректором по научной работе ФГБОУ ВО «МТУСИ», д.т.н., профессором Леохиным Ю.Л.

В замечаниях по диссертационной работе указано, что не рассмотрены подробно вопросы (преимущества и проблемы) текущего применения для СВЧ диапазона методов формирования и приема сигналов, на основе систем ФАПЧ; отмечено присутствие обозначений размерными величинами на графиках с нормированными осями; указано на наличие описки в тексте на с.142 (при С/Ш 8дБ в 3 раза большее время при расстройке 136кГц, хотя значение относится к результатам при расстройке 400кГц – см. с.134); обозначены возможные причины погрешности оценки времени синхронизации по представленной в диссертации формуле при малых расстройках частоты; отмечено наличие пунктуационные и стилистических ошибок.

При этом подчеркнута, что указанные недостатки не снижают научно-технической ценности диссертационной работы, которая в целом заслуживает положительную оценку и является цельной научно-исследовательской работой, посвященной решению актуальной задачи: синтезу оптимизированной по быстродействию системы ФАПЧ и разработке на ее основе новых быстродействующих синхронных устройств формирования и приема сигналов цифровых систем передачи информации (ЦСПИ) – модуляторов, демодуляторов BPSK, QPSK сигналов, синтезатора частоты.

На автореферат и диссертацию также поступило 7 отзывов из организаций:

1. Акционерное общество «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» (АО РТИ), г. Москва – отзыв подписан ведущим инженером отдела 021 АО РТИ, к.т.н. Казанцевым А.М. и заверен ученым секретарем АО РТИ д.т.н., Буханец Д.И.

2. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук (ИДГ РАН), г. Москва – отзыв подписан главным научным сотрудником ИДГ РАН, профессором, д.т.н. Перуновым Ю.М. и утвержден ученым секретарем ИДГ РАН, к.ф.-м.н. Локтевым Д.Н.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»)), г. Москва – отзыв подписан профессором кафедры формирования и обработки радиосигналов НИУ МЭИ, д.т.н. Гребенко Ю.А. и заверен начальником ПУ НИУ МЭИ, Белова О.А.

4. Публичное акционерное общество «Научно-производственное объединение «Алмаз» (ПАО «НПО «Алмаз»)), г. Москва – отзыв подписан зам. начальника отдела аспирантуры ПАО «НПО «Алмаз», д.т.н. Жилиевым

А.А. и заверен начальником департамента научно-образовательной деятельности ПАО «НПО «Алмаз», к.т.н. Леманским Д.А.

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (НИУ МИЭТ), г. Зеленоград – отзыв подписан профессором Института микроприборов и систем управления НИУ МИЭТ, д.т.н., доцентом Гуреевым А.В. и заверен начальником ОРП Даниловой Е.И.

6. Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт имени академика А.И. Берга» (ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга), г. Москва – отзыв подписан Заместителем генерального конструктора по космическим и авиационным системам, к.т.н. Крутовым М.М. и утвержден генеральным директором, Председателем Ученого совета, д.т.н., профессором Андреевым Г.И.

7. Акционерное общество «Концерн «Созвездие» (АО «Концерн «Созвездие»), г. Воронеж, – отзыв подписан начальником научно-технического управления АО «Концерн «Созвездие», д.т.н., с.н.с, Тихомировым Н.М. и заверен Ученым Секретарем Ученого Совета АО «Концерн «Созвездие», д.ф.-м.н., Костиным Д.В.

Основные замечания по содержанию работы:

В замечаниях на автореферат отмечается недостаточное освещение вопросов помехоустойчивости разработанных структур демодуляторов и недостаточное описание в автореферате самих структур демодуляторов. Имеются замечания об отсутствии данных по исследованию структур на заявленных скоростях до 1Гбит/с – в автореферате представлены результаты формирования BPSK, QPSK сигналов со скоростью 300мбит/с. Отмечается отсутствие результатов исследования работы структур модуляторов, демодуляторов при смене номинала несущей частоты в ходе сеанса связи, хотя в автореферате указано, что разработанные структуры предназначены для систем радиосвязи с данным функционалом. Отмечена краткость

описания формирователей, недостаточность данных показывающих достижимость заявленных характеристик на практике. Указывается на отсутствие конкретных примеров систем с использованием подобных методов формирования и приема, а также на отсутствие сравнительного анализа методов синхронного формирования и приема и методов цифрового синтеза и традиционных подходов при обработке сигналов на нулевой/промежуточной частоте с последующим переносом в СВЧ диапазон. Отмечается, что не затронуты проблемы тактовой синхронизации, существующие при когерентном приеме. Также отмечено, что не исследованы вопросы работы предлагаемых устройств в условиях действия помех, отсутствуют данные об испытании разработанных структур в натуральных условиях на реальном оборудовании. Кроме того, в отзывах указано о необходимости получения уточненных математических моделей, учитывающих нелинейности характеристик реальных физических компонентов и шумовые параметры физического уровня.

Все отзывы, поступившие на диссертацию и автореферат, положительные и содержат заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующими соображениями. Официальные оппоненты являются признанными специалистами в области – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения; имеют публикации, близкие по теме диссертационной работы, являются сотрудниками разных организаций и не имеют совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация известна своими научными достижениями в соответствующей сфере исследования, что подтверждается актуальными публикациями ее сотрудников – Пестряков А.В., Поборчая Н.Е., Комаров С.Н. и др. Соискатель и научный руководитель соискателя не работают в данной организации и не являются участниками научно-исследовательских работ, ведущихся в этой организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **предложена** методика оптимизации фазового портрета системы ФАПЧ для режима начальной синхронизации и в условиях начальных частотных расстройек, значительно превышающих коэффициент петлевого усиления системы $\Delta\omega_{\text{нач}} \gg K_{\text{ФАПЧ}}$;

– на основе предложенной методики **синтезирована** оптимизированная по быстродействию в режиме начальной синхронизации структура глобально линеаризованной системы синхронизации (ГЛСС);

– **предложена** методика трансформации положений точек устойчивого равновесия на фазовых портретах синхронных устройств формирования и приема дискретных сигналов, выполненных на основе синтезированной структуры ГЛСС;

– с использованием предложенных методик в диссертации **получены** новые алгоритмы и структуры высокоскоростных синхронных устройств – модуляторов и демодуляторов для BPSK и QPSK сигналов, а также синтезатора частоты;

– для предложенных в диссертации высокоскоростных синхронных структур формирования и приема сигналов **разработаны** методики инженерного проектирования.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

– **изучены** особенности формирования траекторий на фазовых портретах традиционных структур ФАПЧ, обуславливающие их недостаточное быстродействие в режиме начальной синхронизации при значениях относительной начальной частотной расстройки $\gamma_{\text{нач}} \gg 1$ ($\gamma_{\text{нач}} = \Delta\omega_{\text{нач}} / K_{\text{ФАПЧ}}$);

– **эффективно использованы** методы анализа и реконструкции фазовых портретов синхронных систем для формирования методик структурного синтеза синхронных устройств, оптимизированных по быстродействию в режиме начальной синхронизации;

– **синтезированные** в диссертации алгоритмы и полученные на их основе структуры высокоскоростных синхронных устройств обладают новизной, что подтверждено патентами РФ на изобретения;

– **получены** аналитические выражения для оценки времени вхождения в синхронный режим работы устройств, выполненных на основе ГЛСС;

– на имитационных моделях, разработанных в составе созданных программных стендов в среде MATLAB®/ Simulink® (лицензия № 874554), **изучены** характеристики новых структур с учетом реальных условий практического применения и в сравнении с традиционными аналогами.

Исследования проведены на примерах построения моделей: демодулятора BPSK сигнала спутниковой низкоорбитальной высокоскоростной (1,0 Мбит/с) линии связи; высокоскоростного СВЧ синтезатора частот косвенного метода синтеза в диапазоне 3,2-6,4 ГГц (октавная перестройка).

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

– **разработаны** высокоскоростные синхронные устройства формирования и приема сигналов, которые при значительных начальных частотных расстройках превосходят по быстродействию применяемые ранее аналоги. Так по результатам моделирования, ГЛСС превосходит систему ФАПЧ с частотно-фазовым детектором и накачкой заряда по скорости начальной синхронизации при $\gamma_{\text{нач}} = 200$ в 5 раз, а при $\gamma_{\text{нач}} = 3000$ в 62 раза;

– **созданы** методики инженерного проектирования разработанных синхронных устройств, использующие полученные в диссертации аналитические выражения для оценки времени начальной синхронизации этих структур;

– **определены** перспективы применения разработанных синхронных устройств, а именно: использование при разработке современных высокоскоростных (более 300 Мбит/с) радиотехнических ЦСПИ, с возможностью формирования сигналов непосредственно на рабочих частотах СВЧ диапазона и скоростной перестройкой частоты (время перестройки менее 10 мкс);

– результаты диссертационной работы **внедрены** при проведении СЧ ОКР «Разработка структурной схемы альтернативной структуры частотно-фазового детектора для сверхвысокочастотных синтезаторов частот», шифр работы «Многоцветник-И2-РК-МАИ», договор № 3-2017/М/53150-04100 от 27.04.2017 года между МАИ и предприятием «НИИМА «ПРОГРЕСС».

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

– **корректное использование** методов анализа и синтеза, корректность исходных положений и правильность математических преобразований используемых при разработке алгоритмов, структур и математических моделей разрабатываемых устройств;

– **использование** апробированного, общепризнанного в профессиональной среде и широко применяемого программного обеспечения фирмы MathWorks® (MATLAB/Simulink);

– **сопоставимость** результатов теоретического анализа, аналитического расчета и имитационного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в:

– **разработке** методологической основы исследования, определении направлений и методов исследования;

– **создании** теоретической базы материалов диссертации – формировании методики структурной оптимизации, получении аналитических описаний (алгоритмов) и конкретизации структурных реализаций устройств;

– **получении** аналитических выражений для расчета параметров и формировании методики проектирования разработанных устройств;

– **разработке** математических и имитационных моделей, создании программных стендов, определении начальных условий эксперимента и расчета значений параметров устройств в ходе исследований;

– **проведении** комплекса исследований на имитационных моделях, анализа результатов исследований, верификации данных аналитического расчета и массива значений данных моделирования, формировании рекомендаций по выбору параметров разработанных устройств;

– **подготовке** основных публикаций по работе и личном участию в конференциях по тематике исследований.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. В диссертационной работе не проведено в достаточном объеме исследований особенностей работы разработанных структур при наличии шумов, помех различной природы.

2. Все результаты исследований получены с использованием имитационных моделей, не проведено натурных экспериментов на реальных макетах, образцах.

3. Некоторые использованные критерии для оценки эффективности разработанных структур представляются нецелесообразными, поскольку включают нехарактерные для реальных условий диапазоны значений параметров.

Соискатель Алексеев Г.А. ответил на задаваемые ему в ходе дискуссии вопросы и привел собственную аргументацию.

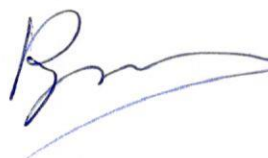
На основании вышеизложенного, диссертационный совет заключает, что рассматриваемая диссертация является научно-квалификационной работой, в которой предложено решение актуальной научно-технической задачи, имеющей существенное значение для радиотехники – разработаны новые структуры устройств синхронизации, модуляции, демодуляции BPSK, QPSK сигналов, синтеза частоты, обладающие увеличенным быстродействием в режиме начальной синхронизации.

Диссертация Алексеева Г.А. соответствует всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842

На заседании 28 декабря 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Алексееву Г.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», участвующих в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» 18, «против» 0, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета 24.2.327.01
д.т.н., профессор



Кузнецов Юрий
Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.01
к.т.н.



Горбунова Анастасия
Александровна

28.12.2021 г.

