



МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»

Юридический адрес: Льва Толстого ул., д. 23, г. Самара, 443010.
Почтовый адрес: Московское шоссе, д. 77, г. Самара, 443090. Телефон: (846)333-58-56.
E-mail: info@psuti.ru, www.psuti.ru
ОКПО 01179900; ОГРН 1026301421992; ИНН/КПП 6317017702/631701001

№ _____

На № _____

от _____

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе,

доктор технических наук, профессор

 Горячкин Олег Валериевич

«11» февраля 2026 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации,

**Федерального государственного бюджетного образовательного учрежде-
ние высшего образования «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»**

на диссертационную работу Ищенко Евгения Алексеевича «Разработка и ис-
следование антенн с частотным сканированием для обнаружения малых вы-
сокомобильных роботизированных комплексов», представленную на соиска-
ние ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14.

Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

1. Вводные положения

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Воронежский госу-
дарственный технический университет».

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент С.М.
Фёдоров.

На отзыв ведущей организации были представлены:

- диссертация – 1 том, 166 листов;
- автореферат – брошюра, 1.25 усл. печ. лист.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключе-
ния и списка литературы (117 наименований).

2. Актуальность темы

Диссертация Ищенко Е.А. посвящена разработке и исследованию антенных систем с частотным сканированием для обнаружения высококомобильных роботизированных комплексов.

Тема диссертационной работы непосредственно связана с существующей на сегодняшний день практической потребностью в развитии и модернизации радиолокационных систем с точки зрения повышения их надежности и технологичности.

Глобальные вызовы последних лет, а также увеличение количества используемых беспилотных летательных аппаратов в будущем требует реализации систем наблюдения и отслеживания за воздушным пространством, что требует большего числа радиолокационных станций, что требует применения большего числа антенн с возможностью пространственного сканирования главным лепестком, поэтому применение антенн с частотным сканированием позволяет значительно повысить надежность и эффективность систем радиолокации благодаря отсутствию в конструкции фазовращателей и механических сканирующих узлов.

Таким образом, актуальность темы диссертации Ищенко Е.А. представляется в достаточной степени обоснованной.

3. Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы (117 наименований).

Во **введении** отмечена актуальность темы диссертации, обозначены цель и задачи работы, приведены новизна, практическая значимость и достоверность проведенного исследования, отражена апробация результатов работы.

Раздел 1 посвящен анализу конструкций антенн с возможностью отклонения главного лепестка. Проведен обзор современного состояния теории проектирования и технологий построения таких антенн. На основе анализа существующих технических решений рассмотрены все основные методы отклонения главного лепестка диаграммы направленности в пространстве – механическое сканирование, применение фазированных антенных решеток, линзовых антенн и частотного сканирования. В рамках этого выполнен детальный анализ конкретных конструкций антенн с частотным сканированием, выявлены их сильные и слабые стороны, что определяет пути для дальнейшего развития теории и совершенствования технологий их создания.

В разделе 2 представлены математические описания и исследования дифракционных решеток, их возможность использования для реализации антенных систем с частотным сканированием. Были рассмотрены конструкции и характеристики антенн на основе однопроводных возбуждающих линий и отражательных амплитудных и рельефно-фазовых дифракционных решеток. Проведен анализ характеристик антенн в зависимости от геометрических характеристик антенн, определено возникновение области замедления волн, а также связь этих параметров с величиной угла сканирования от частоты. На основе полученных данных сформулирована общая методика проектирования и исследования антенн с частотным сканированием, приведены ключевые результаты моделирования, подтверждающие возможность эффективного пространственного сканирования лучом при использовании антенн с дифракционной отражательной решеткой.

Раздел 3 посвящен разработке и исследованию антенн с двухкоординатным (комбинированным) сканированием основным лепестком диаграммы направленности. Была предложена методика реализации таких антенн на основе использования конструкций антенн с частотным сканированием и использованием систем диаграммообразования. В разделе были рассмотрены две основные конструкции антенн с комбинированным сканированием – волноводных спиральных антенн, совмещенных с системой диаграммообразования на основе апланатической линзы; антенн на основе однопроводных линий и дифракционной решетки эшелетт, совмещенной с диаграммообразующей схемой на основе линзы Люнеберга. Для обеих конструкций приведены основные результаты электродинамического моделирования, подтверждающие возможность эффективного двухкоординатного сканирования и работоспособность предложенных конструкций.

Раздел 4 посвящен процессу изготовления и экспериментальным измерениям антенны с частотным сканированием на основе амплитудной отражательной дифракционной решетки (типа гофра). Изготовление макета для оценки точности предполагаемых результатов широко базировалось на технологиях трехмерной печати, что подтверждает высокую технологическую реализуемость предложенной конструкции. Основной целью экспериментальных измерений была верификация результатов предварительного электродинамического моделирования. Полученные данные подтверждают высокую корреляцию измеренных характеристик макета с результатами численного моделирования, что свидетельствует о точности разработанной методики проектирования и корректности применяемых моделей.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы и перспективы дальнейших исследований.

4. Научная новизна результатов диссертационного исследования

По результатам изучения диссертации и доступных публикаций автора могут быть выделены следующие результаты исследований, обоснованно претендующие на научную новизну:

– Была разработана методика синтеза антенной системы с амплитудной дифракционной решеткой (типа гофра), которая учитывает эффект замедления электромагнитных волн в пространстве между решеткой и однопроводными линиями. В рамках методики исследовано и количественно определено влияние основных геометрических параметров решетки на такие показатели, как коэффициент направленного действия, угол отклонения луча, эффективность (КПД) и коэффициент замедления, возникающий между решеткой и возбуждающей линией.

– Разработана методика построения антенной системы на базе рельефо-фазовых дифракционных решеток (эшелетт), обеспечивающая возможность широкоугольного сканирования лучом за счет изменения частоты. Система реализована с применением двухпортовой однопроводной линии. В ходе исследований получены параметры взаимного влияния линии и решетки, определены максимально достижимые углы сканирования. Кроме того, проанализирована зависимость направленных свойств антенны от количества излучающих элементов и выбрана оптимальная конфигурация однопроводной линии. Определен эффект замедления волн, возникающий между однопроводной линией и отражающей поверхностью решетки.

– Представлена методика создания антенны с комбинированным управлением лучом, объединяющая частотный и электронный (коммутационный) способы сканирования пространства. Для осуществления широкоугольного переключения луча между фиксированными положениями предложена и исследована диаграммообразующая схема, в основу которой положены апланатическая линза и линза Люнеберга, которые совмещаются с антеннами, которые способны осуществлять частотное сканирование в пространстве.

5. Значимость для науки результатов диссертационных исследований автора

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы представляется достаточно обоснованной и связана, прежде всего, с упомянутыми выше новыми научными результатами. Так, предложенные методики проектирования антенн, основанные на использовании отражательных дифракционных решеток, позволяют реализовывать простые по конструкции антенны с возможностью пространственного сканирования главным лепестком. При этом применение систем диаграммообразования позволяет обеспечивать реализацию комбинированного двухкоординатного сканирования без использования фазовращателей в конструкциях антенн, что значительно повышает эффективность антенн, которые предназначены для радиолокационных систем.

Диссертационная работа содержит **значимые научные результаты по заявленной специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии** и, в частности, по п.2 (Исследование характеристик антенн и микроволновых устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т.д.), п.3 (Исследование и разработка новых антенных систем, активных и пассивных микроволновых устройств, в том числе управляющих, фазирующих, экранирующих и других, с существенно улучшенными параметрами) и п.9 (Разработка методов автоматизированного проектирования и оптимизации антенных систем и микроволновых устройств широкого применения) паспорта специальности.

Обоснованность и достоверность результатов работы сомнений не вызывают и обеспечиваются корректным выбором использованных методов и построенных на их основе расчетных моделей. Достоверность результатов работы подтверждается результатами экспериментальных исследований.

6. Практическая значимость результатов диссертационных исследований автора

Практическая значимость результатов работы определяется тем, что предложенные методы реализации частотного сканирования позволяют создавать радиолокационные системы как наземного, так и бортового базирования без использования сложных механических узлов и модулей управления фазой электромагнитной волны. Полученные антенны позволяют повысить надежность, а также значительно снизить стоимость антенных систем для

РЛС, а применение систем диаграммообразования позволяет обеспечить двухкоординатное пространственное сканирование.

Полученные в диссертационной работе результаты внедрены АО НПП «Автоматизированные системы связи», АО НКТБ «Феррит». Также, результаты работы внедрены в образовательный процесс ФГБОУ ВО «ВГТУ», дисциплина «Устройства СВЧ и антенны».

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Основные положения и выводы диссертационной работы, в силу отмеченной выше научной и практической значимости отдельных результатов, могут найти применение:

- в заказывающих подразделениях и научно-исследовательских организациях МО, МВД, МЧС, ФСО, ФСБ, других Государственных заказчиков;

- в АО «Концерн «Созвездие», АО НКТБ «Феррит», АО НПП «Автоматизированные системы связи», АО НВП «Протек», АО НПО «РИФ», АО «ВНИИ «Вега» и других предприятиях и организациях России, специализирующихся в области разработки оборудования радиосвязи.

Считаем целесообразным, кроме того, использование научных результатов диссертации в учебном процессе учреждений высшего образования при подготовке аспирантов, магистров, специалистов и бакалавров в области телекоммуникаций.

Рекомендуется продолжение работ в данном направлении.

8. Замечания

1. В разделе 2 отмечается проявление эффекта ослепления антенны при нормальном излучении, однако не предложены методы уменьшения данного эффекта, а также не оценено насколько уменьшается коэффициент использования поверхности антенны при таком режиме работы.

2. В параграфе 2.3.2 рассматривается возможность управления характеристиками излучения антенны путем варьирования угла наклона возбуждающей линии над дифракционной решеткой, однако не описаны причины выбора такой манипуляции и преимущество такого решения над изменением параметров линии возбуждения.

3. В параграфе 2.5 рассматривается антенна с возбуждающей линией, которая представляет из себя высокочастотную дифракционную решетку,

при этом не отмечено и не учтено, как расположение на нужной высоте может быть реализовано на практике ввиду провисания медных линий?

4. В диссертации приводятся зависимости характеристик антенн от величины коэффициентов замедления, однако нет предложений о методах аналитического расчета или методах моделирования для нахождения данного параметра без проведения полномасштабного расчета проекта.

5. В параграфе 3.2 приводится информация о долгом расчете проекта с системой диаграммообработки на основе линзы Люнеберга и системы излучателей, представляющих из себя однопроводные линии и решетку эшелетт, но при этом не указаны характеристики расчетной станции, на которой выполнялся расчет.

6. Полученные результаты на рис. 3.11 показывают флуктуации значений КНД антенны в широком диапазоне частот, при этом в тексте работы не описано, что послужило причиной возникновения таких флуктуаций.

Несмотря на отмеченные недостатки, общая оценка работы положительная.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Ищенко Евгения Алексеевича «Разработка и исследование антенн с частотным сканированием для обнаружения малых высоко-мобильных роботизированных комплексов» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней и является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, а именно – задачи создания антенн с возможностью пространственного частотного сканирования.

Результаты исследований апробированы на российских и международных научных конференциях.

Основные результаты диссертационной работы в достаточной степени отражены в опубликованных автором научных трудах, в том числе – в рецензируемых научных изданиях, входящих в соответствующий Перечень. Уровень и объем публикаций соответствует требованиям п. 11 и п. 13 Положения.

По результатам рассмотрения диссертации не обнаружены какие-либо факты использования заимствованных материалов без ссылки на источники, т.е. диссертация соответствует требованиям п. 14 Положения.

Автореферат диссертации, в целом, достаточно полно отражает ее содержание и соответствует требованиям п. 25 Положения.

Работа соответствует заявленной специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Ищенко Евгений Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

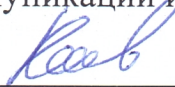
Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры радиоэлектронных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» 11 февраля 2026 г., протокол № 7.

На заседании присутствовало 15 сотрудников кафедры, из них 5 докторов наук. Результаты голосования «за» - 15, «против» - нет, «воздержались» - нет.

Лица, подписавшие заключение, согласны с включением своих персональных данных в аттестационное дело соискателя Ищенко Евгения Алексеевича и их дальнейшей обработкой.

Отзыв составили:

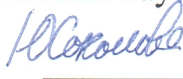
Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем (РЭС) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (ПГУТИ)


Клюев Дмитрий Сергеевич

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры РЭС ПГУТИ


Нещерет Анатолий Михайлович

Кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры РЭС ПГУТИ


Соколова Юлия Владимировна