

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.286.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический
университет», Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 12.03.2026 № 58

О присуждении Ищенко Евгению Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование антенн с частотным сканированием для обнаружения малых высококомобильных роботизированных комплексов» по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии **принята к защите** 25.12.2025 (протокол заседания № 57) **диссертационным советом** 24.2.286.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д.84 (приказ о создании диссертационного совета от 26.01.2018 № 86/нк).

Соискатель Ищенко Евгений Алексеевич, 26 июля 1998 года рождения, в 2022 году **окончил** ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы». С 2022 года и по настоящее время обучается в аспирантуре ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» по научной специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии. В настоящее время **работает** ассистентом кафедры радиоэлектронных устройств и систем в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный технический университет».

Диссертация выполнена на кафедре радиоэлектронных устройств и систем в федеральном государственном бюджетном образовательном

учреждении высшего образования «Воронежский государственный технический университет».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Фёдоров Сергей Михайлович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра радиоэлектронных устройств и систем, доцент.

Официальные оппоненты:

- Бородулин Роман Юрьевич, доктор технических наук, доцент, профессор 11 кафедры (радиосвязи) федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного», г. Санкт-Петербург;

- Разиньков Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем) федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (г. Самара) в своем положительном отзыве, подписанном Ключевым Дмитрием Сергеевичем, д.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедрой радиоэлектронных систем (РЭС), Нещерет Анатолием Михайловичем, д.ф.-м.н., профессором кафедры радиоэлектронных систем, Соколовой Юлией Владимировной к.ф.-м.н., доцентом, доцентом кафедры радиоэлектронных систем, и утвержденном доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе Горячкиным Олегом Валериевичем, указала, что диссертация Ищенко Евгения Алексеевича является завершённой 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.

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.

Соискатель имеет 29 опубликованных работ, из них 13 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 7 работ опубликовано в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Web of Science и Scopus, 5 работ опубликовано в сборниках трудов международных научно-технических конференций, получен 1 патент на полезную модель, получены 3 свидетельства на государственную регистрацию программ для ЭВМ. Общий объем публикаций по теме диссертации – 115,6 печ. листа, в числе которых 30,4 печ. листа принадлежит соискателю. В работах, опубликованных в соавторстве, лично автору принадлежат следующие результаты: методика проектирования антенн с частотным сканированием на основе амплитудной отражательной дифракционной решетки, используемых для реализации систем обнаружения малых высококомобильных роботизированных комплексов; методика проектирования антенн с частотным сканированием на основе отражательной рельефно-фазовой дифракционной решетки для реализации систем радиолокации бортового базирования; методика проектирования антенн с комбинированным сканированием, которая позволяет обеспечить отклонение лепестка в двух плоскостях – частотным и электронным методом.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Проскурин Д. К. Реализация диаграммообразующего устройства на основе апланатической линзы для реализации сканирующей антенной системы радиолокатора / Д. К. Проскурин, Ю. Г. Пастернак, С. М. Фёдоров, Е. А. Ищенко, А. Е. Медведев // Вестник НовГУ. – 2025. – Т. 1 (139). – С. 44–54.

2. Ищенко Е. А. Антенная система радиолокационного комплекса на основе антенн Вивальди и однопроводных линий / Е. А. Ищенко, Ю. Г. Пастернак, В. А. Пендюрин, Д. К. Проскурин, С. М. Фёдоров, В. А. Щедрин // Теория и техника радиосвязи. – 2024. – № 4. – С. 65–70. – EDN HBSSTE.

3. Ищенко Е. А. Реализация высокоомобильного комплекса пеленгации для БПЛА с применением виртуальных магнитных диполей / Е. А. Ищенко, Ю. Г. Пастернак, С. М. Фёдоров, И. А. Баранников // Труды учебных заведений связи. – 2024. – Т. 10, № 4. – С. 48–61.

4. Ищенко Е. А. Антенная система для реализации помехозащищенной связи с возможностью частотного сканирования / Е. А. Ищенко, Ю. Г. Пастернак, Д. К. Проскурин, С. М. Фёдоров, А. Е. Медведев // Техника радиосвязи. – 2025. – Выпуск 2 (65). – С. 53–59.

5. Ищенко Е. А. Кольцевая антенная система на основе плоской линзы Люнеберга с частотным сканированием в угломестной плоскости / Е. А. Ищенко, Ю. Г. Пастернак, В. А. Пендюрин, Д. К. Проскурин, С. М. Фёдоров, А. А. Шеверев, В. А. Щедрин // Теория и техника радиосвязи. – 2025. – № 1. – С. 69–75.

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

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Ахиярова В.В., к.т.н., ведущего инженера ОАО «НПК НИИДАР», отзыв положительный, замечания: 1) Для того, чтобы оценить эффективность использования площади раскрыва любой антенны, надо знать ее КИП. В этой связи возникает вопрос о значении КИП у изготовленного макета антенны при излучении по нормали; 2) К формулам (2) и (3) необходимы пояснения по поводу переменных θ_i , θ_m , ξ и γ .

2. Авдеева В.Б., д.т.н., профессора, Главного научного сотрудника Центра ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России», Лауреата премии Правительства Воронежской области в сфере науки, Петигина А.Ф., к.т.н., доцента, Начальника Центра ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России», отзыв положительный, замечания: 1) Недостаточно описана процедура выбора оптимальных диапазонов частот работы антенных систем для обнаружения БПЛА с использованием диаграмм обратного рассеяния. При этом не ясно, каким образом использована информация об ЭПР БПЛА; 2) Для удобства сравнения характеристик разработанных антенн необходимо было свести их основные характеристики в единую таблицу (особенно в части антенн с частотным сканированием); 3) Полученные результаты показывают явное «ослепление» при излучении по нормали, но соискателем не предложено методов по минимизации данного эффекта.

3. Звездиной М.Ю., д. ф.-м. н., доцента, Ведущего научного сотрудника отдела подготовки кадров высшей квалификации ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи», отзыв положительный, замечания: 1) Не понятно, почему в конструкции систем диаграммообразования применяются апланатические линзы и линзы Люнеберга, а не системы на основе схем Ротмана, Уилкинсона; 2) Не указаны технические требования к вычислительным комплексам для реализации разработанных методик.

4. Шабунина С.Н., д.т.н., профессора, заведующего кафедрой радиоэлектроники и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», отзыв положительный, замечания: 1) В работе разработаны различные конструкции антенных систем, а также приведены результаты численного моделирования и их характеристик. Однако, не все результаты подтверждены натурными измерениями макетов антенн; 2) В системе диаграммообразования на основе линзы Люнеберга используются три слоя: внешний из тефлона ($\epsilon=2.1$), промежуточный из полиэтилена ($\epsilon=2.3$) и центральный из полистирола ($\epsilon=2.5$). Автор не обосновал свой выбор материала, так как в классической линзе диэлектрическая проницаемость изменяется от 2 в центре до 1 к внешней стороне. Не ясна роль перфорированного экрана между слоями.

5. Минкина М.А., д.т.н., профессора, Главного научного сотрудника, Акционерное общество «Самарское инновационное предприятие радиосистем» (АО «СИП РС»), отзыв положительный, замечания: 1) Автор претендует на разработку, по меньшей мере, трех методик построения антенн (с.5), однако подробное описание методик в автореферате не приведено; 2) Стоило уделить внимание упомянутым в общей характеристике работы условиям размещения антенн. При приведенных в автореферате габаритных размерах возможность их размещения на мобильных объектах, а тем более на БПЛА, не очевидна; 3) Расхождение результатов измерений и моделирования (рисунок 18) представляется достаточно существенным. Следовало проанализировать и пояснить это обстоятельство; 4) Имеются отдельные претензии к оформлению автореферата. Так, многие рисунки слишком мелкие: детально рассмотреть их удастся только на электронной версии при значительном увеличении. В списке трудов автора журнал «Моделирование систем и процессов» отнесен к изданиям из списка ВАК, однако он входит в этот список не по специальности 2.2.14.

6. Пашинцева В.П., д.т.н., профессора, заслуженного работника высшей школы РФ, профессора кафедры вычислительной математики и кибернетики Северо-Кавказского федерального университета, отзыв положительный, замечания: 1) Результаты, которые приводятся для антенны с использованием схемы диаграммообразования на основе линзы Лüneберга, имеют большую нестабильность коэффициента направленного действия. Однако причину такого эффекта соискатель не объяснил; 2) Поставленная в работе цель заключается в том, чтобы упростить и повысить надежность антенных систем с возможностью отклонения главного лепестка в пространстве без применения фазовращателей и активных радиокомпонентов. Однако в диссертации отсутствует сравнительный анализ разработанных и известных систем по показателям надежности и простоты реализации; 3) У соискателя отсутствуют публикации, выполненные без соавторов.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой компетентностью в области моделирования и оптимизации характеристик антенных устройств и систем, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, а также – их согласием.

Выбор ведущей организации обоснован ее широкой известностью своими достижениями в области разработки и исследования антенн с возможностью управления главным лепестком и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также ее согласием; направление научно-исследовательской деятельности структурного подразделения (кафедра радиоэлектронных систем) соответствует теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: методика построения антенной системы на основе амплитудной дифракционной решетки и однопроводных линий, учитывающая эффект замедления электромагнитных волн в области между дифракционной решеткой и однопроводными линиями, а также влияние основных характеристик дифракционной решетки на уровень коэффициента направленного действия, угол отклонения луча, коэффициента полезного действия, коэффициента связи между решеткой и однопроводной линией. Методика построения антенной решетки на основе рельефно-фазовых дифракционных решеток (типа эшелетт) и двухпортовой однопроводной

линии с возможностью широкоугольного частотного сканирования, учитывающая характеристики взаимного влияния однопроводной линии и дифракционной решетки, а также особенности конструкции используемой однопроводной линии. Методика построения антенны с комбинированным сканированием, сочетающим частотный и коммутационный способы управления диаграммой направленности, реализуемой с помощью разработанной диаграммообразующей схемы на основе апланатической линзы и линзы Люнеберга.

предложено: использовать для построения антенных решеток с частотным сканированием дифракционные решетки отражательных типов с однопроводными линиями Губо в качестве устройств возбуждения, обеспечивающих низкий уровень потерь и широкий сектор сканирования; использовать комбинированное частотно-коммутационное секторное и полноазимутальное сканирование, реализуемое с помощью диаграммообразующей схемы на основе апланатической линзы и линзы Люнеберга; использовать спиральные волноводы с переизлучателями и рефлектором для построения антенных решеток с комбинированным частотно-коммутационным сканированием.

доказана перспективность использования однопроводных линий Губо и дифракционных решеток отражательного типа для построения антенных решеток с частотным и комбинированным частотно-коммутационным широкоугольным сканированием, предназначенных для создания относительно высокомоощных радиолокаторов обнаружения малых высококомобильных роботизированных комплексов на существенных дистанциях.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что:

доказана эффективность разработанных методик синтеза и анализа антенн на основе отражательных дифракционных решеток и однопроводных линий Губо, позволяющих строить антенные решетки с широкоугольным частотным сканированием и низким уровнем потерь;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы основные принципы электродинамики, теория антенн и СВЧ-устройств, вычислительные методы электродинамики, численное моделирование с использованием апробированных программных средств, а также – стандартные методики измерения характеристик антенных систем;

изложены основные критерии, подходы и методики проектирования антенн с возможностью частотного широкоугольного сканирования на основе однопроводных линий Губо и отражательных дифракционных решеток амплитудного и рельефно-фазового типов, а также проектирования антенн с комбинированным частотно-коммутационным широкоугольным и полноазимутальным сканированием;

раскрыты особенности влияния параметров дифракционных решеток и используемых однопроводных линий Губо на рабочие характеристики антенных решеток и качество сканирования;

изучены факторы, оказывающие существенное влияние на взаимосвязь коэффициента усиления, качества сканирования, согласования с фидером, параметров дифракционной решетки, расположения и геометрии однопроводной линии Губо;

проведена модернизация диаграммообразующей схемы на основе линзы Люнеберга для построения антенной решетки с комбинированным частотно-коммутационным полноазимутальным сканированием, а также диаграммообразующей схемы на основе апланатической линзы для минимизации абберационных искажений при широкоугольным сканировании.

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

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

определены возможности применения разработанных методик проектирования и реализованных технических решений в аппаратуре обнаружения малых высококомобильных роботизированных комплексов;

создана методика автоматизированного проектирования антенн с возможностью частотного и комбинированного широкоугольного сканирования, основные характеристики которых позволяют обеспечить успешное обнаружение высококомобильных роботизированных комплексов;

представлены рекомендации по использованию полученных результатов при модернизации существующих и разработке перспективных антенных систем аппаратуры обнаружения высококомобильных роботизированных комплексов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: в результате выполненного численного моделирования с использованием апробированных программных средств получены конструктивные параметры, на основе которых был создан макет антенной решетки из однопроводной линии и отражательной амплитудной дифракционной решетки; достоверность полученных результатов подтверждается высокой степенью совпадения расчетных характеристик антенных устройств и данных их натурных экспериментальных измерений, полученных с использованием стандартных методик, сертифицированного оборудования и поверенных измерительных приборов;

теория согласуется с данными экспериментальных исследований характеристик аналогичных антенных устройств, в частных или предельных случаях, проведенных в России и за рубежом и опубликованных в работах N.M. Boskovic, В.А. Колошина, J. Liu, Ю.Б. Нечаева, M. Rajabalian, Г.К. Ускова, Е.Г. Хрипунова.

идея базируется на обобщении передового опыта разработок антенн с частотным сканированием для создания систем обнаружения малых высококомобильных роботизированных комплексов в России и за рубежом и применении новых подходов к их проектированию (в частности – использования однопроводных линий Губо в качестве возбуждающих элементов);

использовано сравнение авторских данных и результатов, полученных ранее по рассматриваемой в диссертации тематике;

установлено качественное и количественное соответствие частных и предельных результатов диссертации с результатами, представленными в работах, посвященных антеннам с частотным сканированием.

использовано апробированное программное обеспечение DS CST Studio Suite для анализа и синтеза антенн с возможностью частотного и комбинированного сканирования.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах работы над диссертацией, включая теоретические исследования, разработку методик проектирования и моделирования антенн, обработку и интерпретацию данных моделирования антенных устройств, личном участии в апробации результатов исследования, разработке макетных образцов и

проведении экспериментальных исследований, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации было высказано следующее критическое замечание: недостаточно явно показано, что новизна работа состоит не только в создании методик построения антенн с частотным сканированием, но и в разработанных новых конструкциях этих антенн.

Соискатель Ищенко Е.А. подробно ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 12.03.2026 г. диссертационный совет принял решение – за решение научной задачи, имеющей значение для развития теории, техники и технологии антенн с возможностью частотного сканирования, предназначенных для систем обнаружения высококомобильных роботизированных комплексов, присудить Ищенко Е.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

И.о. ученого секретаря
диссертационного совета



Макаров
Олег Юрьевич

Белецкая
Светлана Юрьевна

12 марта 2026 г.