

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.01

Соискатель: Ларин Артем Андреевич

Тема диссертации: «Дефектоскопия крупногабаритных радиопрозрачных укрытий, основанная на радиоволновом методе контроля»

Специальность: 2.2.14. «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»
(технические науки)

Решение диссертационного совета по результатам защиты:

На заседании 16 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Ларину Артему Андреевичу ученую степень кандидата технических наук за решение актуальной научно-технической задачи разработки метода дефектоскопии практических конструкций крупногабаритных РПУ антенных систем, основанного на радиоволновом методе контроля, имеющей существенное значение для улучшения радиотехнических характеристик антенных систем различного назначения.

Присутствовали:

Кузнецов Ю.В. – председатель диссертационного совета;

Горбунова А.А. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета:

Гаврилов К.Ю., Гринев А.Ю., Добычина Е.М., Кириллов В.Ю.,
Куприянов А.И., Мартыросов В.Е.; Назаров А.В., Овчинникова Е.В.,
Петров А.С., Плохих А.П., Татарников Д.В., Татарский Б.Г., Шевцов В.А.,
Ясенцев Д.А.

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

А.А. Горбунова

Проректор по научной работе МАИ,
д.т.н.

А.В. Иванов



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

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.12.2025, протокол № 9

О присуждении Ларину Артему Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Дефектоскопия крупногабаритных радиопрозрачных укрытий, основанная на радиоволновом методе контроля» по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки) принята к защите 8 октября 2025 года (протокол заседания № 7) диссертационным советом 24.2.327.01, созданным 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.

Приказом Минобрнауки России от 3 июня 2021 года №561/нк установлены полномочия совета на срок действия номенклатуры научных специальностей.

Соискатель Ларин Артем Андреевич, 18 мая 1989 года рождения, в 2014 с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» по специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств». Диплом специалиста с отличием серия 107704, номер 0003671, выдан 26 июня 2014 г.

С сентября 2020 по август 2024 года обучался в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный

исследовательский университет)» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика», специальность 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры». Диплом об окончании аспирантуры серия 107733, номер 0004720, выдан 16 июля 2024 г.

Ларин А.А. работает в АО «Научно-производственное предприятие «Калужский приборостроительный завод «Тайфун» начальником сектора антенных измерений в составе Лаборатории СВЧ.

Диссертация выполнена на кафедре 903 «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения» института общепрофессиональной подготовки (Институт №9) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, **Бодрышев Валерий Васильевич**, доцент, начальник научно-исследовательского отделения института «Общепрофессиональная подготовка» (НИО-9) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Шалгунов Сергей Иосифович**, доктор технических наук, доцент, директор ВНИИСПВ акционерного общества «НПО Стеклопластик имени Н.Н. Трофимова»,

2. **Комиссарова Елена Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Радиоэлектронные системы и устройства», федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН), в своем положительном отзыве, подписанном д.т.н Семененко Владимиром Николаевичем, главным научным сотрудником, заместителем директора по научной работе по спецпрограммам, заверенном Мерзликин А.М. заместителем директора по научной работе, утвержденном д.ф.-м.н., доцентом Розановым К.Н.,

директором ИТПЭ РАН, указала что диссертация Ларина А.А. является завершённой научно-квалификационной работой. Новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение для науки и практики в области разработки СВЧ-техники. А также, что диссертация по области исследования соответствует паспорту специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки), а именно п.п. 6 и 7 паспорта специальности.

Сделаны выводы, что диссертационная работа соответствует критериям по п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор работы Ларин Артем Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Соискать имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них 11 в рецензируемых научных изданиях, в том числе 6 работ в российских журналах, включенных в перечень ВАК, 2 работы в изданиях, индексируемых международными системами цитирования, 3 патента на изобретение, сделано 4 доклада на 4 международных конференциях, 3 работы опубликованы без соавторов.

Наиболее значимые научные работы соискателя:

1) Аксенов А.В., Ларин А.А., Самбуров Н.В. Безэховая камера, встраиваемая в помещения промышленного назначения // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника», Т.21, №3, 2021. – С. 66-74.

2) Бодрышев В.В., Ларин А.А. Анализ влияния формы крупногабаритных обтекателей на точность измерения величины потерь энергии // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Выпуск 2, 2022. – С. 348-353.

3) Бодрышев В.В., Ларин А.А. Дефектоскопия радиопрозрачных укрытий. Обнаружение и визуализация дефектов // Известия института инженерной физики. 2023 №1 (67). – С. 26-30.

4) Бодрышев В.В., Ларин, А.А. Дефектоскопия крупногабаритных обтекателей, основанная на измерении величины потерь энергии и набега фазы ЭМВ. Описание и практическая апробация // Антенны. – 2024. – № 5. – С. 47-57.

5) Ларин А.А. Практическая апробация метода дефектоскопии крупногабаритных радиопрозрачных укрытий, основанного на радиоволновом методе контроля // Труды МАИ. – 2025 – №140.

6) Ларин А.А., Бодрышев В.В. Способ организации радиоволнового контроля крупногабаритных радиопрозрачных укрытий в безэховой камере // Труды МАИ. – 2025 – №141.

7) Valery V. Bodryshev, Artem A. Larin, Lev N. Rabinsky. Flaw Detection Method for Radomes in Weakly Anechoic Conditions // TEM Journal, Volume 9, Issue 1, P. 169-176.

8) Valery V. Bodryshev, Artem A. Larin, Lev N. Rabinsky. Methodology for Evaluating the Performance Data of Practical Honeycomb Fairin // Inventions 2023, 8, 42.

9) Ларин А.А., Рыбаков Д.Ю., Самбуров Н.В. Способ измерения потерь в обтекатель регулярного типа. Патент на изобретение RU 2 656 254 C1, 04.06.2018. Заявка № 2017118945 от 31.05.2017.

10) Ларин А.А., Рыбаков Д.Ю., Самбуров Н.В. Способ измерения потерь в обтекатель. Патент на изобретение RU 2 707 392 C1, 26.11.2019. Заявка № 2019115819 от 23.05.2019.

11) Ларин А.А., Петракова Е.А., Рыбаков Д.Ю., Самбуров Н.В., Кушнерев Д.В., Недодиров С.В., Безэховая камера для антенных измерений. Патент на изобретение RU 2 696 351 C1, 01.08.2019. Заявка № 2018144680 от 17.12.2018.

В указанных выше публикациях отражены постановка цели и задач диссертационной работы, а также теоретические и экспериментальные результаты, полученные в рамках ее выполнения. В подготовке всех публикаций к печати Ларин А.А. принимал личное участие. Вклад научного руководителя и соавторов заключался в научном консультировании, обсуждении полученных результатов и рецензировании рукописей.

В работе [1] рассматриваются вопросы проектирования безэховых камер (БЭК) для антенных измерений, встраиваемых в помещения промышленного назначения. Работа посвящена выбору оптимальной формы таких БЭК, исключающей проникновение в рабочую зону отражений первого и второго порядков. Лариным А.А. предложен алгоритм выбора геометрических размеров камеры, а именно нахождения угла наклона задней стенки и величины асимметрии расположения рабочей зоны. Благодаря

предложенному решению была реализована безэховая камера компактного полигона для антенных измерений в АО «Тайфун» (г. Калуга).

В работе [2] описан предложенный Лариным А.А. алгоритм анализа влияния радиуса кривизны радиопрозрачной стенки крупногабаритных радиопрозрачных укрытий (РПУ) на точность измерения величины потерь энергии электромагнитной волны (ЭМВ), а именно на величину вносимой вероятной ошибки.

В работе [3] описан разработанный Лариным А.А. метод дефектоскопии крупногабаритных РПУ. Суть метода заключается в построении цифровых изображений на основе результатов измерения величины потерь энергии ЭМВ. Такой подход позволил выполнить визуализацию обнаруженных дефектов.

В работе [4] приведен метод дефектоскопии крупногабаритных РПУ и выполняется экспериментальная оценка минимального порога чувствительности предложенного метода. Предложенный автором метод основан на измерении величины потерь энергии и набега фазы ЭМВ. Для автоматизации обнаружения дефектов предложена рецепторная модель, позволяющая обнаруживать дефекты по результатам измерения величины потерь энергии и набега фазы ЭМВ по заранее выбранным пороговым значениям.

В работе [5] приведены результаты практической апробации ранее разработанного Лариным А.А. метода дефектоскопии крупногабаритных РПУ, основанного на радиоволновом методе контроля. Практическая апробация, включающая анализ полученных результатов, проведена на двух серийных крупногабаритных РПУ.

В работе [6] описан способ организации радиоволнового метода контроля крупногабаритных радиопрозрачных укрытий в безэховой камере, разработанный Лариным А.А. Для проведения радиоволнового контроля в БЭК Лариным А.А. лично разработан способ измерения величины потерь энергии и набега фазы ЭМВ в радиопрозрачной стенке, заключающийся в компенсации влияния переотражений ЭМВ от стенки РПУ на результат измерений. Для оценки метрологических характеристик предложенного способа Лариным А.А. проведена экспериментальная оценка погрешности измерений радиотехнических параметров предложенным способом.

В работе [7] описан способ организации радиоволнового контроля в слабобезэховых условиях. Лариным А.А. лично разработан способ измерения

радиотехнических параметров в слабобезэховых условиях, основанный на применении метода временной селекции, заключающийся в компенсации влияния переотражений ЭМВ как от стенки РПУ, так и от конструкций полигона на результат измерений. Апробация и верификация предложенного способа проведена на эталонном образце автором лично. Также Лариным А.А., с использованием предложенного способа, проведена дефектоскопия образца стенки РПУ, в рамках которой был обнаружен дефект в конструкции стенки.

В работе [8] предложена методика оценки эксплуатационных показателей практических конструкций сотовых обтекателей. Лариным А.А. лично разработан метод определения положения и формы дефектов радиопрозрачной стенки, основанный на применении рецепторных моделей.

В работе [9] предложен разработанный Лариным А.А. способ измерения потерь в обтекателе регулярного типа. Целью изобретения является создание технического решения, обеспечивающего измерение величины потерь энергии ЭМВ как в частотной точке, так и диапазоне частот, а также направленного на снижение трудоемкости измерений и повышение автоматизации вычислений. Предложенное решение позволяет компенсировать влияние переотражений ЭМВ от контролируемой радиопрозрачной стенки на результат измерений с целью снижения погрешности измерений.

В работе [10] предложен разработанный Лариным А.А. способ измерения потерь в обтекателе. Целью настоящего изобретения является создание технического решения, позволяющего уменьшить погрешность измерения величины потерь в обтекателе за счет режекции переотражений ЭМВ как от контролируемой радиопрозрачной стенки, так и от конструкций полигона. Для чего на основе результатов измерения осуществляется синтез временного отклика на основе спектральных измерений, режекция переотраженного сигнала с помощью оконной функции и обратное преобразование в частотную область.

В работе [11] Лариным А.А. предложен алгоритм расчета формы БЭК, позволяющий рассчитать угол наклона задней стенки БЭК, а также асимметрию расположения рабочей зоны БЭК с целью исключения проникновения в рабочую зону отражений ЭМВ 1-го и 2-го порядков, влияющих на достоверность проводимых в БЭК измерений.

Все одиннадцать публикаций [1–11] выполнены в рамках единой научной темы, посвященной разработке метода дефектоскопии крупногабаритных РПУ, основанного на радиоволновом методе контроля и способов организации радиоволнового контроля крупногабаритных РПУ в различных производственных условиях, и отражают как теоретические, так и экспериментальные результаты, составляющие основу диссертационной работы.

В работах соискателя по теме диссертации в полном объеме изложены материалы диссертации и положения, выносимые на защиту. Отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Шалгунов Сергей Иосифович (официальный оппонент).

Подпись заверил ученый секретарь, д.т.н., Демина Н.М.

Были получены замечания по диссертационной работе:

а) В главе 1 довольно подробно разобран пример зависимости формы диаграммы направленности (ДН) антенны от положения «дефекта» относительно апертуры антенны. Тем не менее, при дальнейшем изложении этот, безусловно перспективный и интересный подход, не получил дальнейшего развития и практического применения.

б) В главе 2 при рассмотрении влияния кривизны поверхности радиопрозрачного укрытия на результаты измерения радиопрозрачности никак не фигурирует параметр поляризации радиоволны. Примененные автором для расчетов формулы Френеля соответствуют случаю перпендикулярной поляризации, но даже при фиксированной поляризации антенны, особенно при наличии у оболочки двойной кривизны, могут создаваться условия как перпендикулярной, так и параллельной поляризации.

в) Глава 3 стр. 98. Пояснения к рисунку 3.18 в тексте противоречат подписям к данному рисунку.

г) В главе 4, в рассматриваемых примерах обследуемых изделий не указаны габаритные размеры изделия, поэтому не понятно, размер шага сетки для измерения радиопрозрачности по вертикали и горизонтали выбран на основе ранее определенного автором критерия $0,3 \lambda$ или из каких-то других соображений, так как на рисунках 4.3, 4.5-4.7 эти ячейки имеют явно вытянутый по вертикали вид.

При этом отмечено, что указанные замечания не снижают ценности работы, диссертация и автореферат хорошо оформлены, изложены технически

грамотным языком. Содержание диссертации достаточно полно отражено в автореферате, который полностью соответствует п. 25 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденному постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., ред. от 16.10.2024 г. Диссертация соответствует п.п. 6 и 7 паспорта специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии. В целом, диссертационная работа Ларина А.А. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой научно обоснованы технические решения крайне актуальной научно-технической задачи определения качества радиопрозрачных обтекателей и укрытий радиометрическим способом по целевой функции радиопрозрачности.

По своей актуальности, научной новизне, уровню выполнения, объему и практической значимости полученных результатов диссертационная работа полностью отвечает требованиям п.п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденному постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., ред. от 16.10.2024 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а автор Ларин Артем Андреевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Комиссарова Елена Владимировна (официальный оппонент).

Подпись заверил ведущий специалист по персоналу Лапшина В.В.

Были получены замечания по диссертационной работе:

а) Автором предлагается метод обнаружения дефектов в радиопрозрачной стенке радиопрозрачного укрытия по результатам радиоволнового контроля крупногабаритных РПУ в различных производственных условиях – как в безэховых камерах, так и в условиях отсутствия БЭК, который позволяет обнаруживать дефекты размером не менее 0,3 длины волны. При этом дефекты меньших размеров, например, от 0,1 до 0,3 длины волны, также могут оказывать влияние на диаграмму направленности антенной системы, установленной под РПУ. Таким образом, не ясно как быть с дефектами такого размера.

б) Применение метода радиоволнового контроля крупногабаритных РПУ предлагается в достаточно узком частотном диапазоне в пределах от 3 до 11 ГГц, тогда как наибольшее влияние дефекты радиопрозрачного укрытия оказывают в более высокочастотной части СВЧ и в КВЧ диапазонов.

в) В диссертации на с. 84, рисунок 3.6, с.104, рисунок 3.21 и с. 105, рисунок 3.22 подписи осей оформлены достаточно мелким шрифтом, что

затрудняет анализ полученных результатов. Аналогичное замечание можно отнести к рисунку 4.4, с. 112.

г) В четвертой главе приведенная на рисунке 4.2 схема измерения крупногабаритного РПУ не содержит электронной вычислительной машины, которая должна подключаться к векторному анализатору цепей для анализа полученных результатов, что подтверждается рисунком 4.1, где на фотографии рабочего места изображен компьютер. Кроме того, по ходу изложения логичнее сначала представить схему стенда, а затем привести фотографию реального рабочего места.

При этом отмечено, что отмеченные замечания и дискуссионные вопросы не снижают научной ценности и общей значимости проведенного исследования и не влияют на общую положительную оценку работы.

В отзыве указано, что изучение автореферата, диссертации и опубликованных автором работ позволяет сделать вывод о том, что проведенное исследование выполнено автором самостоятельно, на высоком научном и профессиональном уровне с применением современных подходов к научным исследованиям.

Отмечено, что диссертационная работа Ларина А.А. соответствует пунктам 6 и 7 паспорта научной специальности 2.2.14. – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» (технические науки), а автореферат диссертации в полной мере отражает основное содержание диссертационной работы и соответствует п. 25 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденному постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024). Полученные результаты соответствуют заявленной цели работы, а решаемые задачи последовательно способствуют ее достижению.

Подчеркнуто, что представленные в работе результаты достоверны и обоснованы, обладают практической и теоретической значимостью, опубликованы в открытой печати и международных конференциях. Диссертация Ларина Артема Андреевича содержит решение научной задачи, имеющей существенное значения для развития технологий изготовления и контроля антенных систем.

Сделан вывод о том, что диссертационная работа Ларина Артема Андреевич представляет собой завершенное научное исследование, посвященное решению актуальной научной задачи разработке метода дефектоскопии практических конструкций крупногабаритных РПУ антенных

систем, основанного на радиоволновом методе контроля. Работа выполнена на высоком научном уровне, отличается четкой структурой, логичностью изложения и достоверностью полученных результатов. Диссертация соответствует пп.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденному постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 16.10.2024), а ее автор Ларин Артем Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН) (ведущая организация).

Отзыв утвержден директором ИТПЭ РАН, д.ф-м.н., доцентом Розановым Константином Николаевичем.

Были получены замечания по диссертационной работе:

а) В разделе 1.4.2 не указан метод свободного пространства при определении диэлектрической проницаемости материалов, хотя в Списке литературы под номером [13] приведена статья, которая описывает стенд, обеспечивающий такие измерения.

б) В разделе 2.2.3, в котором описывается организация измерений радиотехнических параметров (не указано чего) в безэховой камере без коллиматора, не сказано, какого размера должна быть рабочая зона, чтобы проводить те или иные измерения.

в) В разделе 1.4.5 описаны проблемы при организации БЭК. Данная тема достаточно обширная и далека от темы диссертационной работы. В разделах 2.2.1 приведены алгоритмы определения оптимальной формы БЭК и предложен критерий качества БЭК. Приведенные варианты анализа качества БЭК в диссертации весьма поверхностные. Например, здесь не учитываются при определении безэховости камеры распространяющиеся гармоники Флоке, которые присутствуют в рассеянном поле пирамидального радиопоглощающего материала (РПМ), установленного в БЭК. Кроме этого, утверждение, что коэффициент отражения от доступных РПМ составляет минус 20...30 дБ (стр. 37), является спорным.

г) В разделе 2.4, в котором оценивается влияние кривизны поверхности радиопрозрачного укрытия на результаты измерений, ничего не сказано про соответствие поля излучения измерительной антенны полю плоской волны и не исследовано, каким образом качество этого поля влияет на результаты

измерений. Не рассмотрен вариант проведения измерений с помощью открытого конца волновода. Кроме этого, в оценке влияния кривизны поверхности РПУ не рассмотрена параллельная поляризация, при которой стенка РПУ более радиопрозрачная. Но ведь в работе рассматривается точность измерений, а не определение затухания волны в стенке РПУ. Также в работе сказано, что параметры стенки РПУ необходимо определять по конструкторской документации (КД). Часто в готовых изделиях параметры слоев стенки РПУ достаточно существенно отличаются от параметров слоев, указанных в КД.

д) В разделе 3.3, в котором расчетным образом определяется изменение потерь в стенке РПУ в зависимости от разных видов дефектов, не указаны параметры такого дефекта, как осмоление, а именно не указана диэлектрическая проницаемость слоев осмоления.

е) На некоторых рисунках (рисунки 3.4, 3.5, 3.9, 4.13), на которых приведены распределения измеренных величин по поверхности РПУ, не приведены цветовые шкалы уровней этих величин.

ж) В некоторых предложениях автор использует жаргонные выражения, например, на стр. 86 автор пишет про «пики» на графике на рисунке 3.8.

з) В разделе 3.2.2 приведен результат многочастотного анализа определения дефектов в РПУ. Результат анализа, который приведен в этом разделе, не совсем понятен и не пояснен автором. На рисунке 3.12 не понятно, в каком месте находится дефект (или дефекты), а пояснения автора и выводы в разделе отсутствуют.

и) В разделе 3.4 приведены результаты расчетов диаграмм направленности рупора в пакете программ электродинамического моделирования Ansys HFSS, но не указаны параметрах рупора, модель которого использовалась в расчетах, и не указана частота ЭМВ.

Подчеркнуто, что работа Ларина Артема Андреевича заслуживает положительной оценки, не смотря на имеющиеся замечания. Затронутые автором вопросы являются актуальными.

Отмечено, что диссертационная работа Ларина Артема Андреевича «Дефектоскопия крупногабаритных радиопрозрачных укрытий, основанная на радиоволновом методе контроля» является завершенной научно-квалификационной работой. Новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение для науки и практики в области разработки СВЧ-техники. Диссертация Ларина А.А. по области исследования соответствует

паспорту специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки), а именно п.п. 6 и 7 паспорта специальности. Автореферат и список публикаций полностью отражают содержание диссертации. Автореферат соответствует п. 25 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024 г.).

Сделан вывод о том, что диссертация соответствует критериям по п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор работы Ларин Артем Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Отзыв подготовлен доктором технических наук В.Н. Семененко.

Отзыв на диссертацию и автореферат Ларина Артема Андреевича был обсужден и одобрен на научном семинаре ИТПЭ РАН «19» ноября 2025 года (Протокол семинара № 2 от 19.11.2025).

На автореферат также поступило 13 отзывов из организаций:

1. Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт имени академика А.И. Берга» (АО «**Цнирти им. Академика А.И. Берга**») — отзыв подписан начальником лаборатории, к.т.н., Шараповым Г.А. и заверен ученым секретарем, к.т.н., Каревым В.В. и утвержден генеральным директором, председателем Ученого совета, д.т.н., профессором Андреевым Г.И.

2. Акционерное общество «Концерн Моринсис – Агат» (АО «**Концерн «Моринсис — Агат**») — отзыв подписан главным научным сотрудником, д.т.н., профессором, Волосенковым В.О. и заверен начальником отдела кадров Мурашовым И.П.

3. Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Салют» (АО «**НПП «Салют**») — отзыв подписан заместителем директора НКЦ по проектированию радиолокационных комплексов, к.т.н., Измайловым А.А. и заверен заместителем генерального директора по разработке продукции военного и гражданского назначения – директором НКЦ Кобловым С.С.

4. Акционерное общество «Концерн радиостроения «Вега» (АО «**Концерн «Вега**») — отзыв подписан директором НОЦ, д.т.н.,

профессором Татарским Б.Г. и заместителем директора НОЦ, к.т.н., Филатовым А.А., утвержден директором по НИОКР Мекекечко В.В.

5. Акционерное общество «НПФ «Диполь» (АО «НПФ «Диполь») — отзыв подписан руководителем направления ЭМС и радиоизмерений, д.т.н., Смирнов А.П. и заверен руководителем отдела обеспечения и координации Рользингом С.А.

6. Акционерное общество «Композит» (АО «Композит») — отзыв подписан заместителем начальника отдела 0211 – начальником лаборатории, к.т.н., Политико А.А. и заверен первым заместителем генерального директора к. ф-м. н., Дворецким А.Э.

7. Акционерное общество «Научно-производственное объединение дальней радиолокации имени академика А.Л. Минца» (АО НПОДАР) — отзыв подписан главным научным сотрудником, к.т.н., Исаковым М.В. и заверен заместителем генерального директора по науке, д.т.н., Савченко В.П.

8. Публичное акционерное общество «Радиофизика» (ПАО «Радиофизика») — отзыв подписан начальником сектора антенных измерений, к.т.н., С.В. Елизаровым и заверен ученым секретарем НТС к.т.н., доцентом, Фроловым С.В.

9. Акционерное общество «Государственное машиностроительное конструкторское бюро «Вымпел» имени И.И. Торопова (АО «Гос МКБ «Вымпел» им. И.И. Торопова») — отзыв подписан директором научно-исследовательского испытательного комплекса, д.т.н. Ермолаевым А.Ю. и начальником сектора, к.т.н., Поляковым П.О., утвержден заместителем генерального директора по НИОКР, к.т.н., Беляевым А.Н.

10. Публичное акционерное общество «Яковлев» (ПАО «Яковлев») — отзыв подписан начальником отдела, к.т.н., Клыковым А.В. и заверен главным специалистом 2-й категории по подбору и адаптации персонала Волковой О.Н.

11. Акционерное общество «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина» (АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина) — отзыв подписан начальником научно-исследовательской лаборатории по радиотехническому проектированию конструкций радиопрозрачных обтекателей и технологии обеспечения радиотехнических характеристик (РТХ), к.т.н., Кулишом В.Г., начальником научно-исследовательского сектора разработки математических моделей расчета РТХ радиопрозрачных конструкций, проектирования

радиопрозрачных оболочек Шадриным А.П. и заверен директором по персоналу Кирилец О.А.

12. Акционерное общество «Концерн воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей» (АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей») — отзыв подписан директором департамента научно-технического развития, к.т.н., с.н.с, Добридень В.И. и начальником отдела департамента научно-технического развития Кондратьевым В.И., утвержден заместителем генерального директора по научно-техническому развитию — первым заместителем генерального конструктора, к.т.н. Друзиным С.В.

13. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации (ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России) — отзыв подписан начальником 24 отдела, к.т.н. Черняевым К.С. и старшим научным сотрудником 24 отдела, к.т.н. Руденковой Е.Г., утвержден начальником ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, к.т.н. Мамлеевым Т.Ф.

Основные замечания по содержанию автореферата следующие:

Не приведены четкие критерии крупногабаритности РПУ. Не показано как выполняется контроль верхней сферической части РПУ. Отсутствует анализ влияния дефекта РПУ на характеристики диаграммы направленности антенной системы. Нет информации о влиянии внешних условий (холод, тепло) и геометрии стенки РПУ на его параметры и на параметры ДН антенных систем. Оценка влияния на результат дефектоскопии волны, прошедшей внутрь РПУ, которая получена с помощью измерительной антенны, не учитывает отличий реальной и измерительной антенн. Отсутствует сравнительная оценка влияния внешних и внутренних переотражений на точность дефектоскопии. Автором фактически исследована только инструментальная погрешность измерений предложенными способами организации радиоволнового метода контроля, причем для весьма больших значений коэффициента пропускания и без рассмотрения зависимости величины погрешности от уровня измеряемого сигнала. Среди рассмотренных в начале работы двух способов организации радиоволнового метода контроля очевидно, что метод с использованием частотно-синтезированных сигналов обладает явным преимуществом по погрешности, достоверности и простоте реализации; в связи с этим неясна необходимость рассмотрения способа с анализом экстремальных значений результатов измерений коэффициента пропускания, аналоги которого

применялись в радиотехнических измерениях до начала 2000-х годов. Не даны подробно критерии и подходы к выбору шага перемещения РПУ по выбранным прямоугольным координатам. Не представлен вид и критерии выбора оптимальной оконной функции для проведения весовой обработки во временной области (Time Domain). Также не исследованы вопросы влияния вида оконной функции на спектральные характеристики обрабатываемого сигнала. Не изучены проблемы, связанные с влиянием эффекта Гиббса на характеристики обрабатываемого сигнала на краях частотного диапазона. Не рассмотрен случай, когда технологические стропы, удерживающие укрытие на системе подвеса, попадают в зону нахождения локального дефекта РПУ. В качестве радиотехнического параметра вместо термина «потери энергии» более корректным является использование термина «коэффициент прохождения» или «коэффициент пропускания». Не приведены практические результаты дефектоскопии крупногабаритных РПУ в БЭК. Не рассмотрена возможность применения предложенных автором решений при эксплуатации РЛС на объекте. В представленном анализе зависимости вносимой ошибки от радиуса кривизны обтекателя и габаритов измерительной антенны не ясно об ошибке определения какой величины идет речь: ошибке определения местоположения дефекта или ошибке определения величины потерь в РПУ. При этом не уточняется, учитывалось ли автором отклонение поля излучения реальной измерительной антенны от поля плоской волны. Из автореферата не вполне ясно, как интерпретировать случаи, когда наличие непредусмотренных в конструкторской документации каверн (пустот) между наружными обкладками РПУ приводит к уменьшению величины потерь и незначительному набегу фазы, что не отвечает указанным «критериям фиксации дефекта» в рецепторной модели. Для одного из образцов стенки с имитацией дефекта, исследуемых автором в экспериментальной части, не указано что используется в качестве имитации обнаруживаемого дефекта. Из графиков ДН антенных систем с дефектными обтекателями и описания к ним не очевидна информация о влиянии дефектов РПУ на изменения уровня энергетических потерь (направленности антенного устройства, коэффициента прохождения) системы антенна – РПУ. Отсутствует развернутое объяснение проведения измерений в широком диапазоне частот, так как рабочий диапазон работы изделия многократно уже. Не приведены минимально достижимые погрешности существующих методик измерений радиотехнических параметров РПУ (величины потерь мощности и набега

фазы электромагнитной волны), что затрудняет оценку предлагаемых автором способов организации радиоволнового метода контроля. Текст автореферата также не свободен от некоторых, хотя и немногочисленных, опечаток. При описании большинства рисунков автореферата использован трудно читаемый размер шрифта.

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 антенной техники и радиопоглощающих материалов, имеют публикации, близкие по теме диссертационной работы, являются сотрудниками разных организаций и не имеют совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация широко известна своими научными достижениями и разработками в соответствующей сфере исследования; составивший и подписавший отзыв ведущей организации главный научный сотрудник, заместитель директора по научной работе по спецпрограммам, д.т.н., Семененко В.Н. является ведущим специалистом по композитным материалам для антенной техники и СВЧ-устройствам, имеет актуальные публикации по тематике диссертационной работы соискателя. 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:

- **разработан** способ организации радиоволнового метода контроля крупногабаритных радиопрозрачных укрытий в безэховой камере, заключающийся в компенсации влияния переотражений ЭМВ от стенки радиопрозрачного укрытия на результат (точность) измерений, который позволяет проводить измерения величины потерь энергии ЭМВ с погрешностью 0,2 дБ и набега фазы ЭМВ с погрешностью 5% в диапазоне частот ЭМВ от 3 до 11 ГГц;

- **разработан** способ организации радиоволнового метода контроля крупногабаритных радиопрозрачных укрытий в слабобезэховых условиях, заключающийся в компенсации влияния переотражений ЭМВ как от стенки

РПУ, так и от конструкций полигона на результат (точность) измерений, который позволяет проводить измерения величины потерь энергии ЭМВ с погрешностью 0,2 дБ и набега фазы ЭМВ с погрешностью 5% в диапазоне частот ЭМВ от 3 до 11 ГГц;

- **разработан** метод обнаружения дефектов в радиопрозрачной стенке РПУ по результатам радиоволнового контроля, который позволяет обнаруживать дефекты с минимальными относительными размерами 0,3 длины волны и более.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

- **проведен анализ** известных методов контроля качества крупногабаритных РПУ.

- **обоснован выбор** радиоволнового метода контроля, а именно измерения радиотехнических параметров (величины потерь энергии и набега фазы ЭМВ) в качестве основы для проведения дефектоскопии крупногабаритных РПУ.

- **разработано и апробировано** метрологическое обеспечение дефектоскопии крупногабаритных РПУ, а именно способов измерения радиотехнических параметров (величины потерь энергии и набега фазы ЭМВ) крупногабаритных РПУ в различных производственных условиях. Выполнена экспериментальная оценка погрешности измерений разработанными способами. Проведен анализ влияния кривизны стенки РПУ на достоверность измерения радиотехнических параметров.

- **разработан и апробирован** метод дефектоскопии крупногабаритных РПУ с применением цифровых методов обработки, позволяющий определять положение и оценивать форму дефекта. Выполнена экспериментальная оценка чувствительности метода (определен относительный минимальный размер обнаруживаемых дефектов).

- **определены критерии** для первичного анализа обнаруженного дефекта (отклонение толщины обшивок и среднего слоя, увеличение связующего в любом из слоев) в конструкции стенки крупногабаритных РПУ.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается внедрением:

Алгоритма определения оптимальной формы безэховой камеры при реализации БЭК, расположенной в АО «Тайфун» (г. Калуга). Применение предложенного алгоритма позволило снизить итоговую стоимость проводимой модернизации БЭК за счет применения более

дешевого радиопоглощающего материала отделки стен при сохранении достаточного уровня безэховости.

Способа организации радиоволнового контроля в безэховой камере, способа организации радиоволнового контроля в слабобезэховых условиях и метода дефектоскопии крупногабаритных РПУ при серийном производстве крупногабаритных радиопрозрачных укрытий и состава РЛС типа «Минерал МЭ», «Позитив МЭ 1» и береговых комплексов типа «Монолит-Б», выпускаемых АО «Тайфун». Внедрение указанных решений позволило значительно повысить точность проведения радиоволнового контроля и дефектоскопии крупногабаритных РПУ.

Способа организации радиоволнового контроля в слабобезэховых условиях и метода дефектоскопии крупногабаритных РПУ при серийном производстве крупногабаритных радиопрозрачных укрытий, выпускаемых АО ЦНИИ «Циклон». Внедрение перечисленных решений повысило точность проведения радиоволнового контроля и дефектоскопии следующих крупногабаритных РПУ: ЛРЕИ.486584.001-05, Обтекатель ЛРЕИ.486584.001-06, Обтекатель ЛРЕИ.468584.001-07.

Достоверность научных результатов диссертационной работы, основных ее результатов и выводов подтверждается:

- **верификацией** предложенных способов организации радиоволнового метода контроля крупногабаритных РПУ и метода обнаружения дефектов в радиопрозрачной стенке РПУ по результатам радиоволнового контроля. В рамках верификации определены реализуемые точности измерения величины потерь энергии и набега фазы ЭМВ, а также реализуемый порог чувствительности метода обнаружения дефектов в радиопрозрачной стенке.

- **апробацией** предложенного метода дефектоскопии (включающего в себя способы организации радиоволнового метода контроля и метод обнаружения дефектов) при контроле двух крупногабаритных РПУ, в рамках которого были обнаружены и локализованы дефектные зоны в данных изделиях;

- **использованием** полученных результатов при серийном производстве крупногабаритных РПУ на высокотехнологичных предприятиях: АО «Тайфун», АО ЦНИИ «Циклон».

Личный вклад соискателя состоит в:

- **постановке** задач работы, обработке полученных результатов, их анализе и обобщении, формулировке выводов и научных положений;

– **разработке** способов организации радиоволнового метода контроля в различных производственных условиях (как в БЭК, так и в слабобезэховых условиях (без БЭК));

– **разработке** метода дефектоскопии, основанного на радиоволновом методе контроля, позволяющего выявлять зоны дефектности и их положение в радиопрозрачной стенке крупногабаритных РПУ по результатам измерения радиотехнических параметров;

– **экспериментальном исследовании** численных значений погрешности измерения радиотехнических параметров предложенными автором способами организации радиоволнового метода контроля;

– **экспериментальном исследовании** численного значения порога чувствительности предложенного автором метода обнаружения дефектов в радиопрозрачной стенке крупногабаритных РПУ;

– **анализе** результатов, полученных в ходе экспериментов и расчетов;

– **подготовке** научных публикаций, а также личном участии в конференциях по тематике исследований.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

а) предложенные автором решения позволяют обнаруживать дефекты, размер которых $0,3$ длины волны и более. Однако становится неясно, как быть с дефектами, размер которых меньше этой величины, так как в работе автором не изучено влияние таких малых дефектов на диаграмму направленности антенной системы;

б) автор использует терминологию «величина потерь энергии», что не совсем верно, корректнее использовать термин «коэффициент прохождения»;

в) оценка характеристик способов организации радиоволнового метода контроля, предложенных в рамках настоящей работы, затруднена ввиду того, что автором не приведены характеристики известных в данный момент аналогов.

Соискатель Ларин Артем Андреевич ответил на задаваемые ему в ходе дискуссии вопросы и привел собственную аргументацию.

На основании вышеизложенного, диссертационный совет заключает, что рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой научно обоснованы технические решения актуальной научно-технической задачи разработки метода дефектоскопии практических конструкций крупногабаритных РПУ антенных

систем, основанного на радиоволновом методе контроля, имеющей существенное значение для улучшения радиотехнических характеристик антенных систем различного назначения.

Диссертация Ларина А.А. соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в редакции от 16.10.2024 г.), предъявляемым к кандидатской диссертации.

На заседании 16 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Ларину А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки), участвующих в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» 16, «против» нет, 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

Проректор по научной работе
д.т.н.



 Иванов Андрей
Владимирович

16.12.2025 г.