

Акционерное общество «Туполев»

(АО «Туполев»)

набережная Академика Туполева, д. 17,  
Москва, а/я 20, 105005  
тел.: (499) 263-77-77  
факс: (499) 263-77-01, (499) 263-77-02  
e-mail: info@tupolev.ru, tu@tupolev.ru

ОКПО 18982156 ОГРН 1027739263056  
ИНН 7705313252/КПП 770901001 (774550001)

На № 11.12.2024 № Исх-34405-04  
от \_\_\_\_\_

О направлении отзыва на  
автореферат диссертации  
Семененко Владимира  
Николаевича

Диссертационный Совет  
24.2.327.01 на базе ФГБОУ ВО  
«Московский авиационный  
институт (национальный  
исследовательский университет)»

Ученому секретарю, к.т.н.

Горбуновой А.А.

125993, г. Москва,  
Волоколамское ш., д.4

Уважаемая Анастасия Александровна!

В соответствии с Вашим запросом (исх. № 010/11/327.01-36 от 23.10.2024) АО «Туполев» направляет отзыв на автореферат диссертации Семененко Владимира Николаевича на тему: «Композитные материалы для антенной техники и СВЧ-устройств в сверхшироком диапазоне частот», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки).

Приложение: Отзыв, 2 экз. на 6 л. каждый.

Заместитель управляющего  
директора по проектированию и  
испытаниям - директор филиала  
АО "Туполев" ЖЛИ и ДБ



А.А. Палатников

Низов Дмитрий Евгеньевич  
(499) 263-77-77 доб. 26-70

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ  
17 12 24  
г.



**Акционерное общество «Туполев»**

**(АО «Туполев»)**

набережная Академика Туполева, д. 17,  
Москва, а/я 20, 105005  
тел.: (499) 263-77-77  
факс: (499) 263-77-01, (499) 263-77-02  
e-mail: info@tupolev.ru, tu@tupolev.ru

ОКПО 18982156 ОГРН 1027739263056  
ИНН 7705313252/КПП 770901001 (774550001)

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации **Семененко Владимира Николаевича** на тему: **«Композитные материалы для антенной техники и СВЧ-устройств в сверхшироком диапазоне частот»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки)

Повышение эффективности радиотехнических характеристик современной антенной и СВЧ техники, как правило входящей в конструкцию современных летательных аппаратов, является одной из важнейших современных научных и инженерных задач. Поэтому представленная диссертационная работа Семененко В.Н., направленная на решение крупной научной проблемы - разработки и применения радиопоглощающих покрытий для реальных условий эксплуатации, представляет несомненный практический интерес и является актуальной.

Объект исследования, предмет исследования и область исследования в автореферате определены четко и ясно.

Цель исследования - создание сверхширокополосных радиопоглощающих материалов и покрытий, их модификация, повышение эффективности радиотехнических характеристик таких материалов и

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ  
17 12 2024 г.

покрытий в сверхшироком СВЧ диапазоне и их внедрение в антенную и СВЧ технику.

Научная новизна результатов диссертационной работы подтверждена 6 патентами РФ на изобретения (№№ 2236929, 2414029, 2541871, 2571906, 2626073 и 2814585) и патентом РФ на полезную модель (№ 200478).

Достоверность теоретических и экспериментальных результатов подтверждена применением существующих методов исследования и наличием метрологической аттестации разработанных в работе методик измерения.

Безусловно, выполненная работа имеет высокую практическую значимость. Её результаты востребованы в НИОКР при создании современных летательных аппаратов и элементов антенной и СВЧ техники. Это подтверждено их внедрением как при выполнении опытно-конструкторских работ, так и в серийном производстве. Результаты исследования были реализованы в работах следующих предприятий промышленности: АО «ВНИИ «Градиент», АО НПО «Квант», АО «ЦКБА», АО «ГРПЗ», АО «НИИП имени В.В. Тихомирова», филиал ПАО «Ил»-Авиастар, АО «ВНИИ «Вега», ПАО «Радиофизика», ПАО «ОАК» ОКБ Сухого, ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева», АО «Композит», ФГУП «КГНЦ», ООО «ИРЗ».

В автореферате конкретно и доступно изложено основное содержание глав диссертации, в которых показано достижение поставленной цели исследования.

Автореферат диссертации Семененко В.Н. позволяет получить достаточно полное представление о проведенных автором исследованиях и разработках.

Лично автором получены следующие основные научные результаты, соответствующие теме диссертационной работы:

1. Разработаны и аттестованы методики измерений электрофизических параметров композитных материалов в свободном пространстве в сверхшироком диапазоне частот от 0,2 до 110 ГГц.

2. Впервые экспериментально исследована структура мод эффективной магнитной проницаемости композитных материалов на основе промышленно выпускаемых марок карбонильного железа в широкой полосе частот от 0,2 до 40 ГГц с оценкой особой роли магнитных мод Аарони в магнитных спектрах композитных материалов на высоких частотах.

3. Оптимизированы режимы комплексной механической обработки порошков карбонильного железа, включающие методы сухого и мокрого помолов, позволяющие стабилизировать магнито-диэлектрические свойства модифицированных порошков карбонильного железа и значительно увеличить их магнитные потери в СВЧ диапазоне.

4. Впервые разработан метод мониторинга процесса мокрого помола порошка карбонильного железа, позволивший получать стабильный продукт вне зависимости от степени износа элементов конструкции атритора.

5. Разработаны структуры узкополосных и сверхширокополосных радиопоглощающих покрытий на основе магнитных композитных материалов с низким коэффициентом отражения в сверхшироком диапазоне частот от 0,1 до 110 ГГц.

6. Теоретически и экспериментально показано, что диэлектрическим радиопоглощающим материалам свойственен размерный эффект для коэффициента отражения – зависимость коэффициента отражения образца диэлектрического материала от его размеров.

7. Впервые теоретически и экспериментально доказано фундаментальное ограничение магнитной эффективности искусственных магнито-диэлектриков (метаматериалов) и особая роль нулевых значений диэлектрической и магнитной проницаемости метаматериалов для подавления бокового и заднего излучения апертурных антенн.

Полученные автором результаты имеют достаточно глубокую теоретическую проработку, выводы и предложения вполне аргументированы. Достоверность полученных результатов подтверждена корректным использованием математического аппарата и физической сущностью явлений, а также многочисленными натурными и полунатурными экспериментами, а также отсутствием противоречий между новыми теоретическими положениями, разработанными в диссертации, и известными частными результатами других исследований. В тоже время по ним следует сделать ряд замечаний:

1. Недостаточно глубоко обоснованы динамический диапазон мобильного измерителя (МИКО) для проведения измерений коэффициента отражения радиопоглощающих покрытий и материалов, который может достигать значений минус 30 – минус 40 дБ и погрешность измерений коэффициента отражения при проведении данных измерений.

2. Отсутствуют исследования характеристик радиопоглощающих материалов при экстремально высоких температурах эксплуатации (например, порядка тысячи °С).

3. В параграфах 2.4 и 2.7 заявлено, что композитные материалы, наполненные стабильными магнитными наполнителями КЖ-3А и КЖ-2 имеют минимальные значения диэлектрической проницаемости и потерь при максимальных магнитных потерях в сантиметровом диапазоне длин волн. Однако, на рисунках 5 и 6 диэлектрическая проницаемость материалов равна ~ 14 и ~ 35, соответственно. Данные значения являются довольно высокими значениями диэлектрической проницаемости и могут существенно влиять на отражение электромагнитных волн от границы раздела двух сред и ширину рабочей полосы частот радиопоглощающего покрытия.

4. Свою работу автор посвятил исследованиям следующих обширных классов радиопоглощающих материалов и покрытий: а) композитных материалов, наполненных порошками карбонильного железа на основе кремнийорганического связующего; б) сверхширокополосных

радиопоглощающих покрытий на основе градиентных многослойных магнитных композитных материалов; в) широкополосных диэлектрических радиопоглощающих материалов на основе полупроводящих пенополиуретанов; г) метаматериалов, содержащих в своем составе резонансные включения различной природы. Однако, в ходе работ по созданию авиационных комплексов и их систем все более актуальной задачей является разработка и исследование свойств конструкционных радиопоглощающих материалов для решения описанного в работе круга задач, поскольку данный класс материалов сочетает в себе помимо высоких радиотехнических характеристик, также возможность непосредственного изготовления несущих конструкций антенной техники и СВЧ-устройств, что в свою очередь позволяет оптимальным образом распределять массу изделия с учетом специальных требований.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической значимости выполненной работы.

Анализ автореферата и публикаций автора, позволяет сделать вывод о том, что диссертация Семененко В.Н. является самостоятельной законченной научно-исследовательской работой, содержащей решение фундаментальной научной проблемы по созданию сверхширокополосных радиопоглощающих материалов и покрытий в СВЧ диапазоне, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие антенной и СВЧ техники.

Совокупность решённых научных задач и полученных результатов теоретических и, главным образом, экспериментальных исследований можно квалифицировать как новое крупное научное достижение, имеющее важное прикладное значение для развития страны.

Диссертационная работа Семененко В.Н. выполнена на высоком уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., ред. 16.10.2024 г., а ее автор

Семенов Владимир Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки).

Ведущий инженер-конструктор  
АО «Туполев», доктор технических  
наук (20.02.25), профессор

Антипов Владимир Никитович

«10» 12 2024 г.

*Контактные данные:*

Тел.: +7(903)274-25-84

E-mail: antipov.v.n@gmail.com

Ведущий инженер-конструктор  
АО «Туполев», доктор химических  
наук (20.02.23), с.н.с

Лебедев Сергей Руфинович

«10» 12 2024 г.

*Контактные данные:*

Тел.: +7(977)807-57-68

E-mail: slebedev50@yandex.ru

Подпись и персональные данные ведущего инженера-конструктора Антипова В.Н. и ведущего инженера-конструктора Лебедева С.Р. удостоверяю:

Директор дирекции по управлению  
персоналом АО «Туполев»

Сергеев Денис Алексеевич

«10» 12 2024 г.



С ознакомлен

6

17.12.2024г.