

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
НАУКИ  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ВЫСОКИХ  
ТЕМПЕРАТУР  
РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИВТРАН

125412, Москва  
ул. Ижорская, 13, стр. 2  
Телефон: (495) 485-83-45  
Факс: (495) 485-99-22

22.11.2024 № 11402 - 03 - П. 22 - 25 | 5

На № \_\_\_\_\_

Ученому секретарю диссертационного  
Совета 24.2.327.01 на базе ФГБОУ ВО  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»  
к.т.н. Горбуновой А.А.

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

Уважаемая Анастасия Александровна!

В соответствии с Вашим запросом (исх. № 010/11/327.01-10 от 23.10.2024) ОИВТ РАН 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 4 л. каждый.

Учёный секретарь ОИВТ РАН, д.ф.-м.н.

А.Д. Киверин

Исполнитель: Петровский В.П. +7(495) 485-9155

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ  
3. 12 24 г.

## **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)

### **Актуальность**

В настоящее время для различных СВЧ приложений в антенной технике широко используются различные композитные материалы – магнитные материалы, как правило, на основе порошков карбонильного железа, диэлектрические материалы на основе полупроводящих объемных структур, а также метаматериалы (искусственные магнитодиэлектрики). Разрозненный характер работ по исследованиям таких композитов в настоящее время не привел к созданию стабильных радиопоглощающих материалов и покрытий на их основе, особенно в сверхшироком СВЧ диапазоне частот. Последнее обусловлено такими факторами как, ограниченная точность измерений параметров композитных материалов в линиях передачи, значительная вариабельность свойств порошков карбонильного железа различных марок, в том числе и при его механической обработке, незначительная стойкость характеристик диэлектрических композитов при внешних воздействиях, трудности реализации образцов метаматериалов с предсказуемыми свойствами.

По этой причине актуальна тема диссертационной работы Семененко В.Н., направленная на разработку современных методик измерения композитных материалов в сверхшироком СВЧ диапазоне в свободном пространстве, исследование микроволновых свойств различных композитных материалов, создание на их основе стабильных сверхширокополосных радиопоглощающих материалов и покрытий и определение областей их практических приложений в антенной технике.

### **Цель работы**

Целью работы является исследование и создание сверхширокополосных радиопоглощающих материалов и покрытий, их модификация, повышение эффективности радиотехнических характеристик таких материалов и покрытий в сверхшироком СВЧ диапазоне и их внедрение в антенную и СВЧ технику.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ  
3.12.24 г.

## Научная новизна

Научная новизна работы определяется разработкой современных методик измерений параметров композитных материалов в свободном пространстве на основе диафрагмированных линзовых антенн в диапазоне частот от 0,2 до 110 ГГц, разработкой модифицированных магнитных наполнителей на основе карбонильного железа и созданием на их основе радиопоглощающих покрытий в сверхшироком диапазоне частот, выявленным размерным эффектом для диэлектрических материалов, впервые исследованной особой ролью околонулевых значений диэлектрической и магнитной проницаемостей метаматериалов для подавления бокового излучения апертурных антенн. Новизна полученных научных результатов подтверждена 6 патентами РФ на изобретения и патентом РФ на полезную модель.

## Результаты работы

1. Разработаны методики измерений радиофизических параметров материалов в свободном пространстве в сверхшироком диапазоне частот 0,2 .... 110 ГГц для малоразмерных образцов композитных материалов с использованием диафрагмированных линзовых рупорных антенн.

2. Предложен эффективный способ стабилизации электрофизических параметров промышленных порошков карбонильного железа путем совместного помола порошка карбонильного железа с двуокисью кремния в шаровых мельницах и вибромельницах. На основе разработанного квази-сферического магнитного наполнителя КЖ-3А разработана серия эффективных однослойных магнитных радиопоглощающих покрытий для диапазона частот от 8 до 46 ГГц при нормальном падении ЭМВ.

3. Разработан метод мониторинга процесса мокрого помола порошка карбонильного железа в атриторе, позволяющий стабилизировать электрофизические параметры получаемого магнитного наполнителя.

4. На основе разработанного стабильного магнитного наполнителя КЖ-2, получаемого комбинацией методов сухого и мокрого помолов порошка карбонильного железа, разработаны однослойные высокоэффективные радиопоглощающие покрытия для диапазона частот от 2 до 8 ГГц при нормальном падении ЭМВ.

5. На основе разработанного стабильного магнитного наполнителя КЖ-6, получаемого путем высокоэнергичного мокрого помола магнитного наполнителя КЖ-3А в атриторе, разработана серия однослойных

эффективных радиопоглощающих покрытий для диапазона частот от 0,2 до 3 ГГц при нормальном падении ЭМВ.

6. Спроектирована серия широкополосных и сверхширокополосных магнитных радиопоглощающих покрытий для диапазона частот от 0,2 до 40 ГГц. Разработанные широкополосные и сверхширокополосные покрытия нашли практическое применение в антенной технике.

7. Разработана серия диэлектрических радиопоглощающих материалов для СВЧ диапазона, нашедшая практическое применение для снижения уровней боковых и задних лепестков диаграмм направленности антенн радиорелейной связи, в экранирующих кожухах дипольной антенны для диагностики работоспособности радиостанции метрового диапазона, в экранах для увеличения развязки рупорных антенн.

8. Разработанные метаматериалы на основе гомогенной смеси лево- и правозакрученных проволочных спиралей с близкими к нулевым значениям диэлектрической и магнитной проницаемости нашли эффективное применение для снижения уровней боковых и задних лепестков диаграмм направленности рупорных антенн.

9. Разработанные метаматериалы на основе смеси лево- и правозакрученных проволочных спиралей с магнитными подслоями демонстрируют широкополосные поглощающие свойства в области частот магнитных мод метаматериала.

Полученные в диссертационной работе Семененко В.Н. результаты отражены в 143 печатных работах, включая 51 статью в рецензируемых журналах, из которых 23 статьи в журналах ВАК РФ, 22 статьи в международных базах (Scopus, Web of Science) и одну монографию, обсуждались на многочисленных всероссийских и международных научных конференциях.

### **Замечания**

Автореферат диссертации Семененко В.Н. позволяет получить достаточно полное представление о проведенных автором исследованиях. Однако при его рассмотрении возникли некоторые замечания, не влияющие на ценность полученных результатов и их практическую значимость:

1. На с.20 в описании параграфа 2.8 диссертации указана широкополосность магнитных радиопоглощающих покрытий на основе магнитного наполнителя КЖ-2 от 2 до 12 ГГц, а на с.30 в п.6 результатов работы - от 2 до 8 ГГц.

2. В описании п.1 результатов работы на с.29 содержится редакторская ошибка (повторы), не влияющая на формулировку этого пункта.

### Заключение

Рассмотрев автореферат можно сделать вывод, что в диссертационной работе Семененко В.Н. изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения по созданию сверхширокополосных радиопоглощающих материалов и покрытий в СВЧ диапазоне, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие антенной и СВЧ техники – позволяет значительно улучшить радиотехнические характеристики антенн и СВЧ-устройств различного назначения.

Диссертация Семененко В.Н. обладает научной новизной и имеет важное прикладное значение. Диссертационная работа Семененко В.Н. удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Семененко Владимир Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки).

Заведующий лабораторией ОИВТ РАН,

Ведущий научный сотрудник, д.т.н.

Петровский В.П.

«18» ноября 2024 г.

Контактные данные:

Тел. +7-926-6781771

E-mail: b1p2a3@mail.ru

Подпись и персональные данные Петровского Виктора Павловича удостоверяю:

Учёный секретарь ОИВТ РАН, д.ф.-м.н.

Киверин А.Д.

«18» ноября 2024 г.



© отзывает  
ознакомлен

4

09.12.2024 г.

Венг.