

# Оглавление

|  |           |
|--|-----------|
| Буквенные обозначения и единицы измерения основных величин   | 7         |
| Введение   | 9         |
| <b>1. Литературный обзор и задача исследования</b>   | <b>11</b> |
| 1.1. Анализ вопросов снижения радиолокационной заметности авиационных комплексов с помощью радиопоглощающих материалов и покрытий                                      | 11        |
| 1.1.1. Анализ изменения ЭПР авиационных комплексов со сниженной радиолокационной заметностью при отклонении параметров РПП в ходе их эксплуатации от заданных значений | 11        |
| 1.1.2. Классификация и обзор радиопоглощающих материалов и покрытий отечественного и зарубежного производства  | 20        |
| 1.2. Методы и средства контроля электрофизических параметров радиопоглощающих покрытий   | 29        |
| 1.2.1. Электрические методы  | 29        |
| 1.2.2. Магнитные методы  | 32        |
| 1.2.3. Радиоволновые методы  | 35        |
| 1.3. Общая классификация СВЧ-методов и устройств неразрушающего контроля РПП   | 40        |
| 1.4. Средства дефектоскопии диэлектрических и магнитодиэлектрических покрытий  | 52        |
| 1.5. Основные недостатки существующих методов контроля параметров покрытий   | 62        |
| 1.6. Задача сканирования волнового сопротивления на больших поверхностях   | 64        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>2. Теоретическое обоснование применения метода поверхностных волн в решении задач контроля параметров покрытий металлической поверхности.</b>               | 68  |
| 2.1. Решение краевой задачи распространения медленной волны над неограниченной системой «магнитодиэлектрик–проводник» и адаптация к ограниченной системе       | 68  |
| 2.2. Схема реализации метода   | 81  |
| 2.3. Выбор мод, длин волн генератора и диапазонов одномодовости $E$ - и $H$ -мод.  | 84  |
| 2.4. Основная мода $E1$  | 88  |
| 2.5. Анализ аналитического решения для расчета коэффициента недиссипативного ослабления моды $E1$  | 92  |
| <b>3. Радиоволновой контроль параметров защитных покрытий</b>  | 94  |
| 3.1. СВЧ-способы определения электрофизических параметров и выявления неоднородностей в радиопоглощающих покрытиях   | 94  |
| 3.1.1. СВЧ-способ определения диэлектрической проницаемости и толщины диэлектрических покрытий на металле  | 94  |
| 3.1.2. Двухмодовый трехчастотный способ для волн электрического и магнитного типа $E1$ , $H1$ без подмагничивания  | 94  |
| 3.1.3. СВЧ-способ измерения электромагнитных параметров и толщины диэлектрических и магнитодиэлектрических покрытий на металле и устройство для его реализации | 99  |
| 3.1.4. Способ определения электрофизических параметров по длинам стоячих или смешанных волн  | 109 |
| 3.1.5. СВЧ-способ измерения магнитодиэлектрических параметров и толщины спиновых покрытий на металле   | 116 |
| 3.1.6. Способ измерения длины, толщины и диэлектрической проницаемости диэлектрического покрытия на металлической поверхности                                  | 117 |
| 3.1.7. Способ определения параметров и оценки неоднородностей радиопоглощающих покрытий по информативному объему   | 120 |
| 3.1.8. Алгоритм многомодовых режимов на одной частоте  | 125 |
| 3.1.9. Многоизлучательные когерентные системы поверхностных волн   | 128 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.1.10. Способ визуализации неоднородностей по пространственному распределению дисперсии коэффициента нормального ослабления . . . . .           | 130        |
| 3.1.11. Способ определения ЭФП и неоднородностей РПП на основе многопараметрической обработки информативных полей поверхностных волн . . . . .   | 132        |
| 3.2. Аппроксимация аналитической модели и ее оценка . . . . .  | 138        |
| 3.3. Расчетный алгоритм метода . . . . .   | 140        |
| 3.4. Коррекция модели для слоя, содержащего ферромагнитные частицы . . . . .   | 141        |
| <b>4. Экспериментальная измерительно-вычислительная система определения ЭФП и обнаружения дефектов в РПП на металлическом основании. . . . .</b> | <b>143</b> |
| 4.1. Измерительная система . . . . .   | 143        |
| 4.2. Программное обеспечение . . . . .   | 149        |
| 4.3. Экспериментальные исследования по определению ЭФП и обнаружению дефектов РПП . . . . .  | 152        |
| 4.3.1. Анализ пространственно-временной структуры поля над РПП и базовой структуры поля над металлическим основанием без РПП . . . . .           | 152        |
| 4.3.2. Экспериментальные исследования по обнаружению дефектов в РПП разработанными способами . . . . .   | 157        |
| 4.3.3. Оценка вероятностных характеристик алгоритмов . . . . .   | 161        |
| 4.3.4. Оценка точностных характеристик способа и алгоритмов определения ЭФП и обнаружения дефектов РПП . . . . .                                 | 171        |
| Заключение. . . . .  | 174        |
| Список литературы . . . . .  | 176        |