

## СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЕ СКАЛЯРНЫХ И ВЕКТОРНЫХ ВЕЛИЧИН. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	5
ВВЕДЕНИЕ .....	7
<b>1. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ФОРМУЛЫ .....</b>	<b>11</b>
1.1. Системы координат, векторы .....	11
1.2. Дифференциальные операторы .....	15
1.2.1. Оператор набла $\nabla$ (оператор Гамильтона) ..	15
1.2.2. Оператор Лапласа $\Delta$ (скалярный лапласиан) ..	15
1.2.3. Векторный лапласиан .....	16
1.3. Операции дифференцирования по пространственным координатам .....	16
1.3.1. Градиент .....	16
1.3.2. Дивергенция .....	18
1.3.3. Ротор .....	19
<b>2. СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ .....</b>	<b>25</b>
2.1. Основные характеристики электромагнитного поля .....	25
2.1.1. Напряженность и индукция электрического поля .....	25
2.1.2. Напряженность и индукция магнитного поля .....	26
2.2. Виды плотности электрического тока .....	29
2.2.1. Плотность тока проводимости .....	29
2.2.2. Плотность тока переноса .....	29
2.2.3. Плотность тока смещения .....	30
2.2.4. Плотность полного тока .....	30
2.3. Общая модель электромагнитного поля Максвелла .....	31
2.4. Частные модели Максвелла .....	39
2.4.1. Скалярная электростатическая модель .....	39
2.4.2. Электродинамическая модель .....	41
2.4.3. Векторная магнитостатическая модель .....	43
2.4.4. Магнитодинамическая модель .....	47
2.5. Граничные условия .....	48

<b>3. ОСНОВЫ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....</b>	<b>51</b>
3.1. Положения МКЭ в терминах электромагнитного поля .....	52
3.1.1. Основные уравнения математической физики .....	52
3.1.2. Энергетический функционал .....	54
3.1.3. Дискретизация пространственной области расчета .....	55
3.1.4. Аппроксимация потенциала в пределах конечного элемента .....	58
3.1.5. Формирование системы НАУ для локального конечного элемента .....	61
3.1.6. Формирование системы НАУ для ансамбля конечных элементов .....	64
3.2. Решение системы НАУ, описывающей распределение потенциала в области расчета .....	70
3.3. Алгоритм программной реализации расчета электромагнитного поля .....	75
<b>4. РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ     В УПРАВЛЯЕМЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ .....</b>	<b>77</b>
4.1. Трехфазный насыщающийся реактор трансформаторного типа .....	77
4.2. Трехфазный управляемый реактор трансформаторного типа .....	96
4.3. Трехфазный управляемый реактор электромашинного типа .....	116
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>132</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>134</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ. 1. Формулы векторного анализа .....</b>	<b>138</b>
2. Решение систем НАУ методом Ньютона (Паскаль-программа) .....	139