

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 3  |
| Глава 1. АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ И ИХ НЕИСПРАВНОСТИ.....   | 4  |
| 1.1. Общие сведения.....  | 4  |
| 1.2. Описание неисправностей асинхронных машин.....   | 6  |
| 1.3. Общие сведения о теоретическом анализе повреждений<br>в электрических машинах.....               | 14 |
| 1.4. Электрические неисправности асинхронных машин<br>и их влияние на электропривод и сеть.....       | 17 |
| 1.5. Визуальное диагностирование работы асинхронных двигателей.....                                   | 25 |
| Глава 2. ОБЗОР МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ<br>АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....                                | 27 |
| 2.1. Общие сведения.....  | 27 |
| 2.2. Обнаружение неисправностей на основе фазного тока статора.....                                   | 29 |
| 2.3. Анализ дефектов на основе вектора Парка тока статора.....  | 30 |
| 2.4. Определение неисправностей на основе расширенного метода<br>вектора Парка тока и напряжения..... | 33 |
| 2.5. Анализ дефектов с использованием спектра<br>мгновенной мощности.....                             | 37 |
| 2.6. Контроль дефектов асинхронного двигателя<br>на основе двух фазных токов.....                     | 41 |
| Глава 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БИБЛИОТЕКАХ SIMULINK<br>И SIMPOWERSYSTEMS ПАКЕТА MATLAB.....                | 44 |
| 3.1. Обзорщик разделов библиотек пакета SIMULINK.....   | 44 |
| 3.2. Создание модели.....   | 46 |
| 3.3. Библиотека пакета SIMULINK — <i>Sources</i> — источники сигналов.....                            | 48 |
| 3.3.1. <i>Inport</i> — блок входного порта.....   | 49 |
| 3.3.2. <i>Ground</i> — блок сигнала нулевого уровня.....  | 50 |
| 3.3.3. <i>From File</i> — блок считывания данных из файла.....  | 50 |
| 3.3.4. <i>From Workspace</i> — блок считывания из рабочей области.....                                | 51 |
| 3.3.5. <i>Constant</i> — блок задания постоянного уровня сигнала.....                                 | 53 |
| 3.3.6. <i>Step</i> — генератор ступенчатого сигнала.....  | 53 |
| 3.4. <i>Sinks</i> — приемники сигналов.....   | 54 |
| 3.4.1. <i>Outport</i> — блок выходного порта.....   | 55 |
| 3.4.2. <i>Terminator</i> — конечный приемник сигналов.....  | 55 |
| 3.4.3. <i>To File</i> — блок сохранения данных в файле.....   | 56 |
| 3.4.4. <i>To Workspace</i> — блок сохранения данных<br>в рабочей области.....                         | 57 |
| 3.4.5. <i>Display</i> — цифровой дисплей.....   | 58 |
| 3.4.6. <i>Scope</i> — осциллограф.....  | 59 |
| 3.4.7. <i>XY Graph</i> — графопостроитель.....  | 62 |
| 3.5. <i>Signal Routing</i> — библиотека маршрутизации сигналов.....                                   | 64 |
| 3.5.1. <i>Bus Creator</i> — блок шинного формирователя.....   | 64 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 3.5.2.   | <i>Bus Selector</i> — блок шинного селектора.....  | 65  |
| 3.5.3.   | <i>Mux</i> — мультиплексор (смеситель).....  | 65  |
| 3.5.4.   | <i>Demux</i> — демультимплексор (разделитель).....   | 66  |
| 3.5.5.   | <i>Goto</i> — блок передачи сигнала.....   | 67  |
| 3.5.6.   | <i>Switch, manual switch</i> — переключатели сигналов.....   | 67  |
| 3.6.     | Библиотеки пакета SimPowerSystems.....   | 68  |
| 3.7.     | <i>Electrical Sources</i> — источники электрической энергии.....   | 70  |
| 3.7.1.   | <i>DC Voltage Source</i> — идеальный источник<br>постоянного напряжения.....   | 70  |
| 3.7.2.   | <i>AC Voltage Source</i> — идеальный источник<br>синусоидального напряжения.....   | 71  |
| 3.7.3.   | <i>AC Current Source</i> — идеальный источник<br>синусоидального тока.....   | 72  |
| 3.7.4.   | <i>3-Phase Source</i> — трехфазный источник напряжения.....  | 72  |
| 3.8.     | <i>Elements</i> — электротехнические элементы.....   | 73  |
| 3.8.1.   | <i>3-Phase Parallel RLC Load</i> — трехфазная параллельная<br>RLC-нагрузка.....  | 75  |
| 3.8.2.   | Трехфазный выключатель переменного тока<br><i>3-Phase-Breaker</i> .....  | 76  |
| 3.8.3.   | <i>3-Phase-Fault</i> — трехфазный короткозамыкатель.....   | 77  |
| 3.9.     | <i>Measurements</i> — измерительные и контрольные устройства.....  | 79  |
| 3.9.1.   | <i>Current Measurement</i> — измеритель тока.....  | 79  |
| 3.9.2.   | <i>Voltage Measurement</i> — измеритель напряжения.....  | 81  |
| 3.9.3.   | <i>Multimeter</i> — мультиметр.....  | 82  |
| 3.9.4.   | <i>Three-Phase V-I Measurement</i> — трехфазный измеритель.....  | 84  |
| 3.10.    | <i>Extra Library</i> — дополнительная библиотека.....  | 85  |
| 3.10.1.  | Блок <i>3-phase Instantaneous Active &amp; Reactive Power</i> .....  | 86  |
| 3.10.2.  | <i>Active &amp; Reactive Power</i> — активная<br>и реактивная мощность.....  | 86  |
| 3.10.3.  | <i>RMS</i> — измеритель действующего значения.....   | 87  |
| 3.11.    | <i>Machines</i> — электрические машины.....  | 88  |
| 3.11.1.  | <i>Asynchronous Machine</i> — асинхронная машина.....  | 88  |
| 3.11.2.  | <i>Machines Measurement Demux</i> — универсальный блок.....  | 92  |
| 3.12.    | <i>Powergui</i> — графический интерфейс пользователя.....  | 93  |
| 3.12.1.  | <i>FFT Analysis</i> — гармонический анализ.....  | 94  |
| 3.12.2.  | <i>General Report</i> — создание отчета.....   | 96  |
| Глава 4. | ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....   | 99  |
| 4.1.     | Лабораторная работа № 1. Исследование трехфазной<br>асинхронной машины с короткозамкнутым ротором.....   | 99  |
| 4.2.     | Лабораторная работа № 2. Исследование трехфазной<br>асинхронной машины с фазным ротором.....   | 106 |
| 4.3.     | Лабораторная работа № 3. Моделирование дефектов в работе<br>трехфазной асинхронной машины на основе годографов<br>векторов Парка тока, напряжения, потока..... | 109 |

|   |            |
|---|------------|
| 4.4. Лабораторная работа № 4. Моделирование дефектов в работе трехфазной асинхронной машины с фазным ротором на основе расширенного метода вектора Парка тока, напряжения, потока ..... | 120        |
| 4.5. Лабораторная работа № 5. Моделирование дефектов в работе трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым ротором расширенным методом вектора Парка тока, напряжения, потока ..... | 125        |
| 4.6. Лабораторная работа № 6. Исследование дефектов в работе трехфазной асинхронной машины на основе двух фазных токов....  | 129        |
| 4.7. Лабораторная работа № 7. Исследование дефектов в работе трехфазной асинхронной машины с фазным ротором на основе анализа мгновенной мощности.....                                  | 133        |
| <b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>  | <b>139</b> |