

УДК 681.51.42
ББК 32.973.2
В15

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

Рецензенты:

*д-р физ.-мат. наук, проф. В. К. Козлов
д-р техн. наук, проф. В. С. Терещук*

Валеев И. М.

В15 Общая электроэнергетика : учебное пособие / И. М. Валеев, В. Г. Макаров; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – 220 с.

ISBN 978-5-7882-2141-0

Рассмотрены общие вопросы современной электроэнергетической системы, особенности выработки электроэнергии на традиционных и нетрадиционных электростанциях различных типов, дан анализ конструкций и принципов действия основного и вспомогательного электрооборудования станций и подстанций.

Подробно описаны основные практические вопросы диагностики трансформаторного оборудования станций и подстанций.

Изложены общие сведения по коммутационной и защитной аппаратуре высокого напряжения, приведена классификация аппаратов различного назначения, рассмотрены условия их работы и функционирования.

Предназначено для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Подготовлено на кафедре электропривода и электротехники.

**УДК 681.51.42
ББК 32.973.2**

ISBN 978-5-7882-2141-0

© Валеев И. М., Макаров В. Г., 2017

© Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 3 |
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| Глава 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ | 8 |
| 1.1. Понятие об электроэнергетической системе..... | 8 |
| 1.2. Требования к качеству электрической энергии | 10 |
| 1.3. Показатели качества электроэнергии | 14 |
| 1.4. Влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств | 33 |
| 1.5. Потребители электрической энергии | 34 |
| 1.6. Электрические сети..... | 37 |
| Глава 2. ТРАДИЦИОННЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ..... | 46 |
| 2.1. Основные традиционные электростанции | 46 |
| 2.2. Тепловые электрические станции..... | 49 |
| 2.2.1. Конденсационные электростанции..... | 49 |
| 2.2.2. Теплоэлектроцентрали..... | 53 |
| 2.3. Гидроэлектростанции (ГЭС) | 54 |
| 2.4. Атомные электростанции (АЭС)..... | 58 |
| 2.5. Газотурбинные установки | 59 |
| 2.6. Парогазовые установки | 66 |
| 2.7. Дизельные электростанции | 71 |
| 2.8. Ветроэнергетические установки..... | 71 |
| 2.9. Приливные электростанции (ПЭС) | 73 |
| 2.10. Геотермальные электростанции | 74 |
| 2.11. Солнечные электростанции | 76 |
| Глава 3. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ..... | 79 |
| 3.1. Конструкции синхронных генераторов | 79 |
| 3.2. Принцип действия синхронных генераторов..... | 83 |
| 3.3. Типы турбо- и гидрогенераторов по мощностям и способам охлаждения | 85 |
| 3.3.1. Турбогенераторы | 85 |
| 3.3.2. Гидрогенераторы | 89 |
| 3.4. Системы возбуждения генераторов | 91 |
| 3.5. Трансформаторное оборудование | 93 |
| 3.6. Принцип работы и устройство трансформатора | 95 |
| 3.7. Автотрансформаторы | 102 |
| 3.8. Конструкция трансформатора | 103 |
| 3.9. Изоляция в трансформаторах | 105 |

| | |
|--|-----|
| 3.10. Потери и коэффициент полезного действия трансформатора | 107 |
| 3.11. Структура условного обозначения типа трансформатора | 107 |
| 3.12. Измерительные трансформаторы..... | 109 |
| Глава 4. ДИАГНОСТИКА В ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК | 113 |
| 4.1. Техническая диагностика электрооборудования..... | 113 |
| 4.1.1. Задачи диагностики..... | 113 |
| 4.1.2. Цели применения систем диагностики электротехнического оборудования | 114 |
| 4.1.3. Системы эксплуатационного контроля | 116 |
| 4.1.4. Достоверность диагностических измерений | 119 |
| 4.2. Методы и средства диагностики | 121 |
| 4.2.1. Методология диагностики..... | 121 |
| 4.2.2. Нормативная база диагностики (диагностическое оборудование)..... | 127 |
| 4.2.3. Примеры практического применения методов диагностики | 129 |
| Глава 5. КОММУТАЦИОННЫЕ И ЗАЩИТНЫЕ АППАРАТЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ | 132 |
| 5.1. Назначение и классификация аппаратов..... | 132 |
| 5.2. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним..... | 136 |
| 5.3. Выключатели высокого напряжения | 137 |
| 5.3.1. Воздушные выключатели | 141 |
| 5.3.2. Элегазовые выключатели..... | 146 |
| 5.3.3. Масляные выключатели..... | 150 |
| 5.3.4. Электромагнитные выключатели..... | 155 |
| 5.3.5. Вакуумные выключатели..... | 157 |
| 5.4. Разъединители, отделители, короткозамыкатели | 163 |
| 5.5. Защитные и токоограничивающие аппараты..... | 165 |
| Глава 6. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА..... | 171 |
| 6.1. Назначение релейной защиты. Требования, предъявляемые к релейной защите..... | 171 |
| 6.2. Структурная схема РЗ, подключение РЗ к защищаемому объекту | 172 |
| 6.3. Токовые защиты..... | 175 |
| 6.4. Дистанционная защита | 179 |
| 6.5. Продольная дифференциальная токовая защита | 179 |
| 6.6. Поперечная дифференциальная токовая защита | 180 |
| 6.7. Комплексы релейной защиты..... | 182 |

| | |
|--|-----|
| Глава 7. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА..... | 184 |
| СХЕМЫ И КОНСТРУКЦИИ..... | 184 |
| 7.1. Классификация схем распределительных устройств..... | 184 |
| 7.2. Схемы распределительных устройств первой группы | 184 |
| 7.3. Схемы распределительных устройств второй группы..... | 186 |
| 7.4. Схемы распределительных устройств третьей группы | 187 |
| 7.5. Схемы распределительных устройств четвертой группы | 187 |
| 7.6. Схемы РУ, применяемые на генераторном напряжении | 188 |
| Глава 8. СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ..... | 193 |
| 8.1. Электроснабжение собственных нужд электростанций и подстанций..... | 193 |
| Глава 9. РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ..... | 203 |
| 9.1. Планово- предупредительный ремонт электрооборудования. | 203 |
| 9.2. Производство ремонтных работ и их механизация..... | 209 |
| 9.3. Приемка оборудования из ремонта..... | 209 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 211 |

Ответственный за выпуск доц. И. Р. Хайруллин

Подписано в печать 12.04.2017

Формат 60×84 1/16

Бумага офсетная

Печать ризографическая

12,79 усл. печ. л.

13,75 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство Казанского национального исследовательского
технологического университета

Отпечатано в офсетной лаборатории Казанского национального
исследовательского технологического университета

420015, Казань, К. Маркса, 68