

УДК 621.311.001.1(075.8)
ББК 31.27в6я73
В16

Вайнштейн Р.А.

В16 Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие. Часть 2 / Р.А. Вайнштейн, В.В. Шестакова, И.М. Кац; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 124 с.

Во второй части пособия изложены теоретические основы регулирования частоты и активной мощности. Уделено внимание техническим устройствам, предназначенным для управления режимом энергосистемы по частоте и активной мощности, напряжению и реактивной мощности. Рассмотрены также принципы выполнения противоаварийной автоматики в энергосистемах.

Предназначено для магистрантов, обучающихся по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника», а также для аспирантов, научных сотрудников и специалистов, занимающихся проблемами в энергетике и в смежных с ней областях.

УДК 621.311.001.1(075.8)
ББК 31.27в6я73

Рецензенты

Первый заместитель директора – главный диспетчер
филиала ОАО «СО ЕЭС» Томское РДУ
П.В. Якис

Ведущий специалист отдела устойчивости
противоаварийной и режимной автоматики СЭР ОДУ Сибири
Н.Р. Ваганов

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2013
© Вайнштейн Р.А., Шестакова В.В.,
Кац И.М., 2013
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

4. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ И АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ	3
4.1. Статические характеристики турбин	5
4.1.1. Статические характеристики нерегулируемых агрегатов турбина-генератор	5
4.2. Регуляторы частоты вращения турбин	8
4.2.1. Первичные регуляторы частоты вращения паровых и гидравлических турбин	8
4.2.2. Сервомоторы с различными видами обратной связи Сервомотор с обратной связью	11
4.2.3. Передаточные функции звеньев, замещающих турбины и генераторы	13
4.2.4. Анализ системы регулирования частоты вращения паровой турбины	18
4.2.5. Электрогидравлические регуляторы частоты вращения турбин	22
4.3. Результирующая статическая характеристика активной мощности энергосистемы по частоте	26
4.4. Общие принципы управления режимом работы энергосистем по частоте и активной мощности	32
4.5. Современные требования по организации регулирования режима работы по частоте и активной мощности	33
4.5.1. Первичное регулирование частоты и мощности	35
4.5.2. Вторичное регулирование частоты и мощности	40
4.6. Организация участия тепловых электростанций в регулировании частоты и мощности	45
4.7. Организация участия гидроэлектростанций в регулировании частоты и мощности	48
4.7.1. Назначение и состав системы ГРАМ	49
4.7.2. Функциональные свойства системы ГРАМ	49

5. ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ	52
5.1. Стадии возможного развития аварийной ситуации в энергосистемах	52
5.2. Основы выполнения автоматики для сохранения устойчивости	53
5.3. Типовые структуры энергообъединений, принимаемые при рассмотрении вопросов противоаварийного управления	55
5.4. Закономерности разгрузки электропередачи для обеспечения условий статической устойчивости в послеаварийном режиме	58
5.5. Управление для сохранения устойчивости энергосистем, передающих мощность в энергообъединение (типовая структура I)	66
5.6. Виды управляющих воздействий автоматики предотвращения нарушения устойчивости, их свойства и область применения	69
5.6.1. Отключение генераторов (ОГ)	69
5.6.2. Аварийное регулирование турбин (АРТ)	71
5.6.3. Электрическое торможение	76
5.7. Обеспечение условий статической устойчивости в энергосистеме с дефицитом мощности (типовая структура II)	80
5.8. Общие принципы построения устройств противоаварийной автоматики	85
5.8.1. Информация необходимая для функционирования устройств противоаварийной автоматики	86
5.8.2. Функциональная структура систем противоаварийной автоматики и способы формирования управляющих воздействий	87
5.9. Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)	90
5.9.1. Характерные особенности изменения электрических величин при двухчастотном асинхронном режиме	90
5.9.2. Виды устройств АЛАР	95
5.9.3. Быстродействующие устройства АЛАР, осуществляющие деление при $\delta < 180^\circ$	95

5.9.4. Устройство АЛАР, действующее на первом цикле асинхронного режима	98
5.9.5. Устройства АЛАР, действующие после нескольких циклов асинхронного режима	101
5.10. Автоматическая частотная разгрузка	104
5.10.1. Краткие теоретические основы автоматической частотной разгрузки	104
5.10.2. Основные способы выполнения АЧР	112
5.10.3. Краткие сведения о частотном автоматическом повторном включении (ЧАПВ)	115
5.10.4. Дополнительная автоматическая разгрузка	116
5.10.5. Частотная делительная автоматика	117
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	119