

УДК 621.311.004.13 (075.8)

Ф 534

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *В.З. Манусов*,

д-р техн. наук, проф. *А.Г. Фишов*

Филиппова Т.А.

Ф 534 Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / Т.А. Филиппова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 294 с. – (Серия «Учебники НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-3589-2

Изложены режимные свойства и режимные задачи электростанций и энергосистем. Показана их важность для составления энергетических балансов мощности и электроэнергии. Специальное внимание уделено взаимосвязи энергетических балансов и коммерческих задач электроэнергетического рынка. Приведены принципы и методы оптимизации энергетических режимов.

Материал книги ориентирован на подготовку студентов энергетических специальностей по вопросам управления режимами электрических станций и энергосистем, которые включаются в курсы «Режимы энергосистем», «Менеджмент в энергетике», «Маркетинг в энергетике» и др. Он может быть также полезен инженерам энергетических предприятий.

УДК 621.311.004.13 (075.8)

ISBN 978-5-7782-3589-2

© Филиппова Т.А., 2005, 2007, 2014, 2018

© Новосибирский государственный
технический университет, 2005,
2007, 2014, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Р а з д е л 1. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ЭНЕРГОСИСТЕМ	7
Г л а в а 1. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	9
1.1. Энергетическая система	9
1.2. Требования к энергоснабжению потребителей	21
1.3. Иерархичность управления	24
1.4. Средства и системы управления энергетическими объектами	27
1.5. Автоматизированные системы управления (АСУ)	31
1.6. Оперативно-диспетчерское управление	35
Заключение по главе 1	37
Вопросы для самопроверки	37
Г л а в а 2. ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	39
2.1. Потребители электроэнергии	39
2.2. Электроприемники промышленных предприятий	42
2.3. Графики нагрузки потребителей	45
2.4. Показатели электропотребления и мощности потребителей	49
2.5. Нагрузка электросистемы	50
2.6. Прогнозирование электропотребления и графиков нагрузки	57
Заключение по главе 2	65
Вопросы для самопроверки	66



Г л а в а 3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АГРЕГАТОВ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	67
3.1. Категории мощности агрегатов и электрических станций.....	67
3.2. Эксплуатационные свойства электростанций.....	70
3.3. Экономические оценки различных категорий мощности и выработки электроэнергии	77
3.4. Роль ГЭС в повышении экономичности и надежности энергосистемы.....	79
Заключение по главе 3	80
Вопросы для самопроверки.....	80
Г л а в а 4. ХАРАКТЕРИСТИКА АГРЕГАТОВ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	81
4.1. Виды энергетических характеристик.....	81
4.2. Энергетические характеристики тепловых электростанций.....	85
4.3. Способы получения энергетических характеристик	94
4.4. Статистические характеристики станций.....	98
4.5. Эквивалентные характеристики станций с учетом потерь мощности	101
Заключение по главе 4	102
Вопросы для самопроверки.....	102
Г л а в а 5. БАЛАНСЫ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ.....	103
5.1. Структура балансов мощности и энергии системы	103
5.2. Участие станций в энергетических балансах системы.....	108
5.3. Особенности составления балансов мощности.....	112
5.4. Особенности составления баланса электроэнергии.....	116
5.5. Гидростанции с различной степенью регулирования стока в энергетических балансах.....	119
5.6. Баланс реактивной мощности	121
5.7. Резервы мощности	122
Заключение по главе 5	127
Вопросы для самопроверки.....	127



Г л а в а 6. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	129
6.1. Показатели качества электрической энергии	129
6.2. Поддержание качества электрической энергии по частоте.....	132
6.3. Системы регулирования частоты	134
6.4. Затраты на содержание частотного резерва	139
6.5. Плановое регулирование мощности агрегатов и станций.....	140
6.6. Регулирование качества электроэнергии по напряжению.....	141
6.7. Затраты на поддержание качества электроэнергии по напряжению.....	145
Заключение по главе 6	145
Вопросы для самопроверки.....	146
Г л а в а 7. РЕЖИМЫ ЭНЕРГОСИСТЕМ И СТАНЦИЙ И КОММЕРЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	147
7.1. Немного о бизнесе предприятий энергетики	147
7.2. Конкурентный отбор продавцов электрической энергии и мощности на Федеральном оптовом рынке электроэнергии и мощности ФОРЭМ России	149
7.3. Экономические отношения между энергокомпаниями, входящими в объединенную ЭЭС.....	151
7.4. Коммерческое диспетчирование в ЭЭС.....	152
7.5. Определение стоимости электроэнергии по зонам графика нагрузки	155
7.6. Оперативная продажа электроэнергии	157
7.7. Управление спросом	158
7.8. Энергетическая биржа	160
7.9. Адресное разделение потерь электроэнергии в электрических сетях.....	160
Заключение по главе 7	164
Вопросы для самопроверки.....	164



Раздел 2. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ЭНЕРГОСИСТЕМ	165
Г л а в а 8. ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ	167
8.1. Оптимальное управление режимами	167
8.2. Эффективность управления	171
8.3. Информация в управлении	174
8.4. Информационное моделирование режимных задач	177
8.5. Задачи краткосрочной и долгосрочной оптимизации режимов	180
8.6. Математическая модель управления режимами	182
Заключение по главе 8.	186
Вопросы для самопроверки.....	186
Г л а в а 9. НАИВЫГОДНЕЙШЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ.....	187
9.1. Задачи оптимального распределения нагрузки.....	187
9.2. Оптимальное распределение нагрузки между ТЭС в тепловой энергосистеме	188
9.3. Распределение нагрузки в энергосистеме с ГЭС и ТЭС	193
9.4. Распределение нагрузки между агрегатами станций	200
9.5. Распределение реактивных нагрузок	203
9.6. Реализация распределения нагрузки при эксплуатации электростанций и энергосистем	205
Заключение по главе 9	207
Вопросы для самопроверки.....	208
Г л а в а 10. КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ СИСТЕМЫ.....	209
10.1. Комплексная оптимизация режимов электроэнер- гетической системы	209
10.2. Упрощенный алгоритм комплексной оптимизации режима энергосистемы	213



10.3. Задачи определения стоимости потоков и потерь мощности и энергии.....	216
10.4. Модель разделения потерь по узлам сети.....	223
10.5. Наивыгоднейшее распределение нагрузки для коммерческой эквивалентной схемы оптового рынка электроэнергии	225
10.6. Оценивание состояния электрической сети	226
Заключение по главе 10.....	229
Вопросы для самопроверки.....	229
Г л а в а 11. ОПТИМАЛЬНЫЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	231
11.1. Эквивалентные характеристики электростанций	231
11.2. Энергетические характеристики станции с одинаковыми агрегатами	232
11.3. Построение эквивалентных характеристик станции методом динамического программирования.....	235
11.4. Построение эквивалентных характеристик станции при заданном составе работающих агрегатов	242
11.5. Эквивалентные характеристики ТЭС.....	246
11.6. Среднеинтервальные характеристики.....	250
Заключение по главе 11	251
Вопросы для самоконтроля.....	251
Г л а в а 12. ВЫБОР СОСТАВА АГРЕГАТОВ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ.....	253
12.1. Характеристика задачи	253
12.2. Выбор состава агрегатов в тепловой энергосистеме	258
12.3. Внутростанционная оптимизация режима ГЭС.....	261
12.4. Библиотека эквивалентных характеристик ТЭС.....	265
Заключение по главе 12.....	266
Вопросы для самопроверки.....	266
Г л а в а 13. ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛИТЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ГЭС.....	267
13.1. Долгосрочная оптимизация режимов.....	267



13.2. Задача оптимизации долгосрочных режимов ГЭС	269
13.3. Методы оптимизации режима водохранилища одиночной ГЭС	272
13.4. Последовательная корректировка длительного режима водохранилища.....	277
Заключение по главе 13	280
Вопросы для самопроверки.....	280
Библиографический список	281
Предметный указатель	283