



Публичное акционерное общество
«Российские сети»



ПОБЕДИТЕЛЬ
Всероссийского конкурса
рукописей учебной,
научно-технической
и справочной литературы
по энергетике 2017 года

*Книга издана
при поддержке
Публичного акционерного общества
«Российские сети»*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

Г.В. Шведов
Т.А. Шестопалова

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Рекомендовано Федеральным
учебно-методическим объединением
в системе высшего образования по укрупненным группам
специальностей и направлений подготовки
13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика»
в качестве учебника для реализации основных
образовательных программ высшего образования
по направлению подготовки
«Электроэнергетика и электротехника»



Москва
Издательство МЭИ
2018

УДК 621.316
ББК 31.27
Ш 341

Подготовлено на кафедре электроэнергетических систем НИУ «МЭИ»

Рецензенты: докт. техн. наук, профессор В.Г. Гольдштейн;
докт. техн. наук, профессор Т.Б. Лещинская

Шведов, Г.В.

Ш 341 Системы электроснабжения: учебник / Г.В. Шведов, Т.А. Шестопалова. – М.: Издательство МЭИ, 2018. – 312 с

ISBN 978-5-7046-1959-8

В первой части учебника рассмотрены физические основы формирования режимов электропотребления. Показана актуальность и возможные способы управления электропотреблением.

Во второй части дано понятие термина «расчетная нагрузка». Приведена математическая модель электрических нагрузок. Рассмотрены и проиллюстрированы примерами методы, с помощью которых определяются расчетные нагрузки элементов систем электроснабжения в городах и на промышленных предприятиях.

В третьей части рассмотрены режимные и технико-экономические характеристики различных режимов нейтрали электрических сетей напряжением до 35 кВ, проиллюстрированы области их применения.

В четвертой части подробно описаны применяемые в настоящее время схемы распределительных электрических сетей напряжением 6–20 кВ и 380 (660) В. Изложены способы и принципы построения, основы работы возможных схем сети, их технико-экономические характеристики. Показан последовательный переход от простейших нерезервированных схем к полностью автоматизированным многолучевым схемам.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика», и может быть полезным инженерно-техническим работникам в области проектирования и эксплуатации систем электроснабжения.

УДК 621.37
ББК 32.85

ISBN 978-5-7046-1959-8

© Г.В. Шведов, Т.А. Шестопалова, 2018
© Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2018
© ПАО «Россети», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	8
Введение.....	10
Часть I. Электропотребление.....	21
<i>Глава 1. Режимы электропотребления.....</i>	<i>21</i>
1.1. Динамика электропотребления в Российской Федерации... ..	21
1.2. Электрические нагрузки и электропотребление селитебных территорий городов.....	37
1.3. Графики электрических нагрузок и их характеристики.....	46
1.4. Факторы, влияющие на режимы электропотребления.....	54
Контрольные вопросы.....	65
<i>Глава 2. Управление электропотреблением.....</i>	<i>67</i>
2.1. Цели управления электропотреблением.....	67
2.2. Аварийные ограничения электропотребления.....	73
2.3. Мероприятия по регулированию режимов электропо- требления.....	77
2.4. Стимулирование потребителей к управлению электропо- треблением.....	87
Контрольные вопросы.....	93
Часть II. Электрические нагрузки элементов систем электроснаб- жения.....	95
<i>Глава 3. Расчетные нагрузки элементов систем электроснабжения... ..</i>	<i>95</i>
3.1. Понятие расчетной нагрузки.....	95
3.2. Математическое описание электрических нагрузок.....	102
3.3. Показатели, характеризующие режимы работы электро- приемников и их групп.....	118
3.4. Практические методы определения расчетных нагрузок... ..	123
Контрольные вопросы.....	130
<i>Глава 4. Определение расчетных нагрузок селитебных территорий городов.....</i>	<i>133</i>
4.1. Общие положения.....	133
4.2. Расчетная нагрузка на шинах вводных распределительных устройств зданий	135
4.3. Расчетная нагрузка распределительных линий 380 В и трансформаторных подстанций 6–20/0,4 кВ.....	144
4.4. Расчетная нагрузка элементов сетей 6–20 кВ и центров питания	148
4.5. Укрупненная оценка расчетной нагрузки селитебных территорий	151
Примеры определения расчетных электрических нагрузок	154
Контрольные вопросы.....	159
<i>Глава 5. Определение расчетных нагрузок промышленных пред- приятий</i>	<i>162</i>

5.1. Общие положения	162
5.2. Расчет электрических нагрузок в цеховой сети напряжением до 1 кВ.....	164
5.3. Расчет электрических нагрузок в сети напряжением выше 1 кВ.....	171
5.4. Определение расчетных нагрузок с учетом однофазных приемников.....	172
5.5. Определение пиковых нагрузок.....	174
Примеры определения расчетных электрических нагрузок.....	175
Контрольные вопросы.....	192
Часть III. Режимы нейтрали в системах электроснабжения.....	194
<i>Глава 6. Режимы нейтрали в сетях среднего напряжения (6–35 кВ)...</i>	<i>197</i>
6.1. Изолированная нейтраль.....	197
6.2. Нормирование емкостного тока замыкания на землю.....	209
6.3. Компенсированная нейтраль.....	212
6.4. Дугогасящие реакторы.....	216
6.5. Резистивное заземление нейтрали.....	221
6.6. Особенности выбора режима нейтрали в сетях с кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена.....	223
Контрольные вопросы.....	225
<i>Глава 7. Режим нейтрали в сетях низкого напряжения (до 1000 В)...</i>	<i>227</i>
7.1. Глухозаземленная нейтраль.....	227
7.2. Изолированная нейтраль.....	233
Контрольные вопросы.....	235
Часть IV. Схемы городских распределительных электрических сетей.....	237
<i>Глава 8. Принципы построения схем городских сетей.....</i>	<i>238</i>
8.1. Требования, предъявляемые к схемам городских сетей....	238
8.2. Надежность электроснабжения.....	239
8.3. Коммутационные и защищающие электрические аппараты...	244
Контрольные вопросы.....	247
<i>Глава 9. Схемы распределительных электрических сетей.....</i>	<i>249</i>
9.1. Радиально-магистральная нерезервированная схема сети	249
9.2. Петлевая неавтоматизированная схема сети.....	251
9.3. Петлевая автоматизированная схема сети.....	257
9.4. Сложно-замкнутая схема сети низкого напряжения.....	260
9.5. Многолучевые автоматизированные схемы сети.....	269
9.6. Реализация устройства автоматического включения резерва в двухтрансформаторной подстанции.....	273
9.7. Схемы вводных распределительных устройств зданий....	274
9.8. Рекомендации по выбору схем распределительной сети...	277
Контрольные вопросы.....	278

Глава 10. Питающие сети 6–20 кВ.....	280
10.1. Необходимость сооружения распределительных пунктов 6–20 кВ.....	280
10.2. Схемы питающих сетей 6–10 кВ.....	281
10.3. Особенности построения питающих сетей 20 кВ.....	284
Контрольные вопросы.....	285
Глава 11. Схемы распределения электроэнергии на промышлен- ном предприятии	287
11.1. Система внешнего электроснабжения	289
11.2. Система внутреннего электроснабжения.....	291
11.3. Электрические сети до 1000 В.....	296
11.4. Шинопроводы	300
Контрольные вопросы.....	305
Список рекомендуемой литературы.....	306