

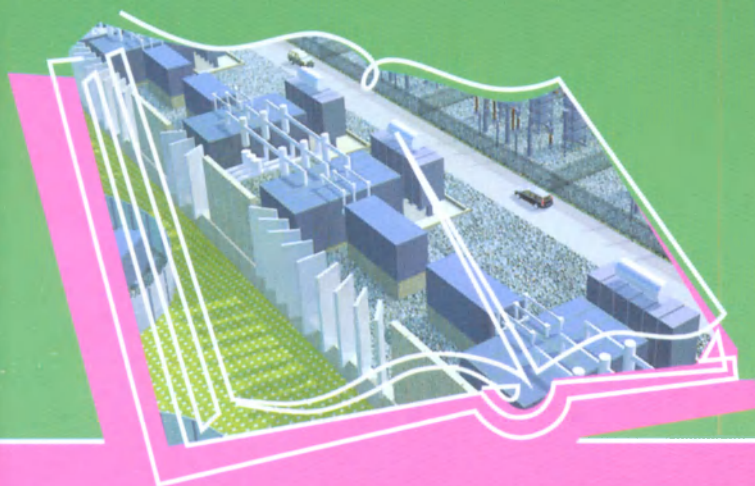
Высшее профессиональное образование

Учебник

Б. И. Кудрин

# ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

2-е издание



ЭНЕРГЕТИКА

ACADEMIA

БАКАЛАВРИАТ

УДК 621.3(075.8)  
ББК 31.2я73  
К888

**Рецензенты:**

советник ректора Приазовского государственного технического университета,  
академик Академии наук высшей школы Украины, зав. кафедрой  
«Электроснабжение промышленных предприятий»,  
д-р техн. наук, проф. *И. В. Жежеленко*;  
зав. кафедрой «Электроснабжение и электрический транспорт»  
Сибирского федерального университета, д-р техн. наук, проф. *В. И. Пантелеев*

**Кудрин Б. И.**

**К888** Электроснабжение : учебник для студ. учреждений высш.  
проф. образования / Б. И. Кудрин. — М. : Издательский центр  
«Академия», 2012. — 2-е изд., перераб. и доп. — 352 с. — (Сер.  
Бакалавриат).

ISBN 978-5-7695-9307-9

Учебник создан в соответствии с Федеральным государственным образо-  
вательным стандартом по направлению подготовки «Электроэнергетика  
и электротехника», модуль «Электроэнергетика» (квалификация «бакалавр»).

Рассмотрено электрическое хозяйство потребителей электроэнергии. Дана  
общая характеристика системы электроснабжения до и свыше 1 кВ. Приведе-  
ны способы расчета электрических нагрузок, токов короткого замыкания,  
выбор аппаратов и сетей, особенности пуска и самозапуска электродвигателей.  
Описаны особенности транспорта электрической энергии по территории и  
цехам. Изложены нормы качества электроэнергии в системах электроснабже-  
ния общего назначения, вводимые с 2013 г. Освещены особенности инвести-  
ционного проектирования электротехнической части. Разъяснены изменения,  
произошедшие в связи с реструктуризацией электроэнергетики. Предложен  
ценологический подход к оценке результатов электросбережения. Приведенные  
теория и практика электрообеспечения потребителей позволяют говорить о  
самодостаточной области технической деятельности.

Первое издание книги выходило под названием «Системы электроснаб-  
жения» (2011 г.)

Для студентов учреждений высшего профессионального образования.

УДК 621.3(075.8)  
ББК 31.2я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского  
центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия  
правообладателя запрещается*

© Кудрин Б. И., 2012

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012

ISBN 978-5-7695-9307-9

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
<b>Глава 1. Электроснабжение: два объекта, две математики, два мировоззрения .....</b>	<b>6</b>
1.1. Этапы развития электротехники и электроэнергетики.....	6
1.2. Особенности становления промышленного электроснабжения.....	15
1.3. Основные термины и определения.....	25
1.4. Уровни системы электроснабжения промышленного предприятия .....	31
<b>Глава 2. Общая характеристика системы         электроснабжения.....</b>	<b>41</b>
2.1. Электроприемники системы электроснабжения .....	41
2.2. Графики электрической нагрузки и их характеристики .....	51
2.3. Формализуемые методы расчета электрических нагрузок.....	64
2.4. Определение электрических нагрузок комплексным методом.....	71
<b>Глава 3. Системы электроснабжения напряжением         более 1 кВ.....</b>	<b>83</b>
3.1. Схемы присоединения и выбор питающих напряжений .....	83
3.2. Источники питания потребителей и построение схемы электроснабжения.....	94
3.3. Исходные данные и выбор схемы ГПП.....	96
3.4. Выбор и использование силовых трансформаторов .....	100
3.5. Схемы блочных подстанций пятого уровня .....	106
3.6. Схемы специфических подстанций.....	114
3.7. Компоновки ОРУ и ЗРУ подстанций .....	120

<b>Глава 4. Низковольтное электроснабжение и сети</b> .....	126
4.1. Принципы построения и схемы сетей до 1 кВ.....	126
4.2. Цеховые подстанции третьего уровня системы электроснабжения.....	129
4.3. Выбор трансформаторов для цеховых подстанций.....	135
4.4. Выбор и компоновка подстанций ЗУР.....	140
4.5. Распределительные устройства ЗУР.....	147
<b>Глава 5. Транспорт (канализация) электрической энергии</b> .....	156
5.1. Общие сведения о способах канализации.....	156
5.2. Воздушные линии электропередачи.....	159
5.3. Кабельные линии.....	166
5.4. Прокладка кабелей в траншеях.....	169
5.5. Прокладка кабелей в блоках.....	173
5.6. Прокладка кабелей в кабельных сооружениях.....	177
5.7. Токопроводы.....	184
<b>Глава 6. Расчет токов короткого замыкания</b> .....	192
6.1. Короткое замыкание в симметричной трехфазной цепи предприятий.....	192
6.2. Вычисление значений токов КЗ в электроустановках более 1 кВ.....	200
6.3. Короткое замыкание в сетях до 1 кВ.....	205
<b>Глава 7. Выбор аппаратов и токоведущих устройств в электротехнических установках</b> .....	211
7.1. Выбор аппаратов по номинальным параметрам.....	211
7.2. Выбор высоковольтных выключателей (ячеек).....	212
7.3. Выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, выключателей нагрузки и предохранителей.....	216
7.4. Выбор реакторов.....	219
7.5. Выбор трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.....	221
7.6. Проверка токоведущих устройств на термическую и динамическую стойкость.....	224
<b>Глава 8. Пуск и самозапуск электрических двигателей</b> .....	228
8.1. Общая характеристика асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.....	228

8.2. Общая характеристика синхронных двигателей .....	230
8.3. Пуск и самозапуск асинхронных двигателей .....	234
8.4. Пуск и самозапуск синхронных двигателей .....	239
<b>Глава 9. Компенсация реактивной мощности .....</b>	<b>245</b>
9.1. Понятие реактивной мощности и компенсации .....	245
9.2. Баланс активных и реактивных мощностей .....	248
9.3. Основные потребители реактивной мощности .....	253
9.4. Источники реактивной мощности .....	257
9.5. Выбор мощности компенсирующих устройств .....	260
<b>Глава 10. Качество электрической энергии .....</b>	<b>263</b>
10.1. Нормы качества электрической энергии и область их применения в системах электроснабжения .....	263
10.2. Продолжительные изменения характеристик напряжения .....	267
10.2.1. Отклонение частоты .....	267
10.2.2. Медленные изменения напряжения .....	268
10.2.3. Колебания напряжения и фликер .....	269
10.2.4. Несинусоидальность напряжения .....	270
10.2.5. Несимметрия напряжений в трехфазных системах .....	273
10.3. Случайные события .....	273
10.3.1. Прерывания напряжения .....	273
10.3.2. Провалы напряжения и перенапряжения .....	274
10.3.3. Импульсные напряжения .....	278
10.4. Способы и технические средства повышения качества электроэнергии .....	281
<b>Глава 11. Инвестиционное проектирование объектов электроснабжения .....</b>	<b>291</b>
11.1. Проектирование как форма инженерной деятельности .....	291
11.2. Этапы и стадии проектирования .....	294
11.3. Проектирование электрической части .....	297
11.4. Оценка эффективности инвестиционных проектов .....	302
<b>Глава 12. Потребитель электрической энергии в условиях реформирования электроэнергетики .....</b>	<b>311</b>
12.1. Учет электроэнергии на предприятии .....	311
12.2. Нормирование расходов электроэнергии .....	314

12.3. Реформирование электроэнергетики и потребители.....	318
12.4. Ценологические модели в системах электроснабжения.....	324
12.5. Практика определения объемов электроснабжения частных потребителей.....	334
Список литературы.....	346