

0-61  
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# СХЕМЫ И ПОДСТАНЦИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ



Г. Н. Ополева



УДК 621.311  
ББК 31.277  
О60

*Издано при финансовой поддержке Федерального агентства по печати  
и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой  
программы «Культура России»*

*Рецензенты:*

кафедра электроснабжения и электротехники Иркутского государственного  
технического университета. Зав. кафедрой д. т. н., проф.,  
чл.-корр. РАН *Н. И. Воронай*;  
кафедра электроснабжения с. х. Иркутской государственной  
сельскохозяйственной академии. Зав. кафедрой д. т. н., проф. *И. В. Наумов*;  
к. г. н., доцент Московского энергетического института  
(Технический университет) *А. А. Гремяков*;  
исполнительный директор ОАО «Востоксибсельэнергопроект» *Б. И. Римлянд*;  
начальник технического отдела ОАО «Востоксибсельэнергопроект» *Д. Я. Яценко*

Составители: Кротов С. К.,  
Коваленко П. М.,  
Ловцов С. В.

**Ополева Г. Н.**

О60 Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: учеб. пособие. — М.:  
ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. — 480 с. — (Высшее образование).

ISBN 978-5-8199-0254-7 (ИД «ФОРУМ»)  
ISBN 978-5-16-002581-0 (ИНФРА-М)

Рассматриваются вопросы построения схем электроснабжения, проектирования распределительных и трансформаторных подстанций, передачи электрической энергии. Справочник содержит нормативно-технические материалы, необходимые для проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий и городов. Приведены описания и технические данные комплектных трансформаторных подстанций напряжением 10(6)—220 кВ, комплектных распределительных устройств напряжением 10(6)—220 кВ, низковольтных комплектных устройств распределения, самонесущих изолированных проводов, кабелей с СПЭ-изоляцией.

Для студентов электроэнергетических специальностей высших учебных заведений. Может быть полезна инженерно-техническим работникам, занимающимся проектированием и эксплуатацией систем электроснабжения.

УДК 621.311  
ББК 31.277

ISBN 978-5-8199-0254-7 (ИД «ФОРУМ»)  
ISBN 978-5-16-002581-0 (ИНФРА-М)

© Г. Н. Ополева, 2008  
© ИД «ФОРУМ», 2008

## **Оглавление**

---

Предисловие . . . . .	3
<b>1. СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Основные термины и определения . . . . .	5
1.2. Общие требования к системам электроснабжения . . . . .	8
1.3. Источники питания и пункты приема электрической энергии . . . . .	11
1.4. Основные сведения о схемах электроснабжения . . . . .	14
1.5. Выбор напряжения питающих и распределительных сетей . . . . .	21
1.6. Схемы внешнего электроснабжения . . . . .	25
1.7. Глубокие вводы 35—220 кВ . . . . .	30
1.8. Схемы распределения электроэнергии в сетях 10(6) кВ . . . . .	32
1.9. Схемы распределения электроэнергии в сетях напряжением до 1 кВ . . . . .	39
1.9.1. Системы заземления электроустановок напряжением до 1 кВ . . . . .	39
1.9.2. Схемы силовых и осветительных сетей . . . . .	44
<b>2. СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ . . . . .</b>	<b>58</b>
2.1. Основные принципы построения системы электроснабжения города . . . . .	58
2.2. Структурная схема электроснабжения города . . . . .	59
2.3. Электроснабжающая сеть города . . . . .	60
2.4. Схемы питающих и распределительных электрических сетей 10(6) кВ . . . . .	62
2.5. Схемы электрических сетей на 0,38 кВ . . . . .	66
<b>3. ПОДСТАНЦИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ . . . . .</b>	<b>71</b>
3.1. Классификация подстанций . . . . .	71
3.2. Структурные схемы трансформаторных подстанций . . . . .	72
3.3. Общие вопросы проектирования подстанций . . . . .	73
3.4. Распределительные устройства напряжением 6—220 кВ . . . . .	75
3.4.1. Основные элементы распределительных устройств . . . . .	75
3.4.2. Схемы распределительных устройств напряжением 6—220 кВ со сборными шинами . . . . .	77

---

3.4.3. Схемы распределительных устройств напряжением 35 кВ и выше без сборных шин . . . . .	87
3.4.4. Распределительные подстанции и распределительные устройства напряжением 10(6) кВ . . . . .	94
3.5. Трансформаторные подстанции напряжением 10(6) кВ . . . . .	95
<b>4. КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ . . . . .</b>	<b>101</b>
4.1. Комплектные трансформаторные блочные подстанции напряжением 35—220 кВ . . . . .	101
4.2. Комплектные трансформаторные подстанции модульного типа напряжением 35/10(6) и 10(6)/0,4 кВ . . . . .	113
4.3. Комплектные трансформаторные подстанции напряжением 10(6) кВ . . . . .	125
4.3.1. Общие сведения . . . . .	125
4.3.2. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ промышленного типа . . . . .	126
4.3.3. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ городского типа . . . . .	146
4.3.4. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ в бетонной оболочке . . . . .	157
4.3.5. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ наружного типа . . . . .	159
4.3.6. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ типа «киоск», универсальные, мачтовые, шкафные . . . . .	162
<b>5. КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА С ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 110 кВ И ВЫШЕ . . . . .</b>	<b>173</b>
<b>6. КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НАПРЯЖЕНИЕМ 6—35 кВ . . . . .</b>	<b>184</b>
6.1. Общие сведения . . . . .	184
6.2. Комплектные распределительные устройства стационарного исполнения внутренней установки напряжением 10(6) кВ . . . . .	187
6.2.1. Камеры сборные КСО серии 300 . . . . .	188
6.2.2. Камеры сборные КСО серии 200 . . . . .	192
6.2.3. Комплектные распределительные устройства серии КСО-6(10)-Э1 «Аврора» . . . . .	202
6.2.4. Комплектные распределительные устройства серии КРУ/TEL . . . . .	208
6.3. Комплектные распределительные устройства выкатного исполнения внутренней установки напряжением 10(6) кВ . . . . .	215
6.3.1. Общие сведения . . . . .	215

6.3.2.	Комплектные распределительные устройства предприятия ОАО «Самарский завод «Электрощит» . . .	219
6.3.3.	Комплектные распределительные устройства производства ОАО «Московский завод «Электрощит» . . . . .	232
6.3.4.	Комплектные распределительные устройства «Классика» серии D-12P . . . . .	248
6.3.5.	Комплектное распределительное устройство «NEXIMA» производства компании ОАО «ПО Элтехника» . . . . .	254
6.4.	Моноблок «Ладога» компании ОАО «ПО Элтехника» . . . . .	257
6.5.	Комплектные распределительные устройства наружной установки напряжением 10(6) кВ . . . . .	259
6.5.1.	КРУН для комплектования распределительных устройств . . . . .	259
6.5.2.	Отдельно стоящая ячейка ЯКНО . . . . .	270
6.5.3.	Комплектные распределительные устройства наружной установки для секционирования и автоматического резервирования воздушных линий электропередачи . . . . .	272
6.5.4.	Реклоузер серии РВА/TEL предприятия «Таврида Электрик» . . . . .	276
6.6.	Распределительные устройства 6—20 кВ компании Schneider Electric . . . . .	282
6.6.1.	Распределительные ячейки напряжением 6—24 кВ серии SM6 . . . . .	282
6.6.2.	Распределительное устройство напряжением 6, 10, 20 кВ серии RM6 . . . . .	298
6.7.	Комплектные распределительные устройства напряжением 35 кВ . . . . .	310
6.8.	Выбор комплектного распределительного устройства . . . . .	313
<b>7.</b>	<b>НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА . . . . .</b>	<b>328</b>
7.1.	Классификация . . . . .	328
7.2.	Панели распределительные . . . . .	329
7.3.	Шкафы (пункты) распределительные . . . . .	341
7.4.	Вводно-распределительные устройства . . . . .	366
7.5.	Щитки распределительные . . . . .	373
<b>8.</b>	<b>ВОЗДУШНЫЕ И КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ . . . . .</b>	<b>377</b>
8.1.	Воздушные линии электропередачи . . . . .	377
8.2.	Кабельные линии электропередачи . . . . .	391
8.2.1.	Назначение и конструкция кабелей . . . . .	391
8.2.2.	Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена . . . . .	393

---

---

<b>Приложение 1.</b> Общие положения правил выполнения схем по стандартам ЕСКД .....	411
<b>Приложение 2</b> .....	426
<b>Приложение 3.</b> Условные графические обозначения электрических машин, катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов и автотрансформаторов .....	448
<b>Приложение 4</b> .....	455
<b>Приложение 5.</b> Некоторые положения правил оформления генеральных планов производственного назначения, генеральных планов жилищно-гражданских объектов, планов зданий, сооружений, помещений .....	466
<b>Приложение 6.</b> Перечень стандартов ЕСКД и СПДС .....	470
<b>Литература</b> .....	473