

**В. В. Красник**

# **ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

**Производственно-практическое пособие**

Москва  
ЭНАС  
2011

УДК 621.311.4:621.316.37.004  
ББК 31.278  
К78

**Красник В. В.**

**К78** Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств : производственно-практическое пособие / В. В. Красник. — М. : ЭНАС, 2011. — 320 с. : ил.

**ISBN 978-5-4248-0005-4**

Приведены общие требования к эксплуатации электрических подстанций и распределительных устройств различных уровней напряжения. Рассмотрены вопросы технического обслуживания оборудования подстанций и распределительных устройств, особенности эксплуатации отдельных видов оборудования, порядок и последовательность выполнения оперативных переключений. Даны рекомендации по предупреждению и устранению отказов оборудования и аварийных ситуаций в электрических сетях, по действиям персонала при аварийном отключении оборудования подстанций. Представлен перечень необходимой оперативной документации; изложены принципы организации работы с персоналом энергетических предприятий.

Для административно-технического, оперативного и оперативно-ремонтного персонала энергопредприятий, связанного с организацией и выполнением работ по техническому обслуживанию, ремонту, наладке и испытанию оборудования электрических подстанций и распределительных устройств.

**УДК 621.311.4:621.316.37.004**  
**ББК 31.278**

**ISBN 978-5-4248-0005-4**

© Красник В. В., 2011  
© ООО НЦ «ЭНАС», 2011

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ .....</b>	<b>6</b>
1.1. Структура электроэнергетической отрасли .....	6
1.2. Классификация электрических подстанций и распределительных устройств. Основные определения .....	9
1.3. Нормативно-техническая документация по обслуживанию электрических подстанций и распределительных устройств .....	16
1.4. Общие требования к ПС, РУ, РП, РТП и ТП .....	18
1.5. Общие требования к закрытым ПС и ЗРУ .....	27
1.6. Общие требования к открытым ПС и ОРУ .....	29
1.7. Общие требования к организации ремонта и технического обслуживания ВЛ .....	34
1.8. Структура оперативно-диспетчерского управления .....	35
<b>Глава 2. ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ .....</b>	<b>38</b>
2.1. Производственные помещения для обслуживания ПС .....	38
2.2. Обслуживание силовых трансформаторов и автотрансформаторов .....	39
2.2.1. Термины и определения .....	39
2.2.2. Параметры и режимы работы трансформаторов и автотрансформаторов .....	39
2.2.3. Допустимые перегрузки трансформаторов и автотрансформаторов .....	46
2.2.4. Устройство и обслуживание систем охлаждения масляных трансформаторов .....	49
	<b>313</b>

2.3. Включение трансформатора в сеть и контроль за его работой .....	57
2.4. Параллельная работа трансформаторов .....	63
2.5. Обслуживание устройств регулирования напряжения .....	65
2.6. Заземление нейтралей трансформаторов. Дугогасящие реакторы для компенсации емкостных токов ....	70
2.7. Защита оборудования ПС от перенапряжений .....	74
2.8. Трансформаторное масло: изоляционные свойства, отбор проб, очистка, осушка и регенерация .....	75
2.9. Маслонаполненные вводы: обслуживание, контроль изоляции .....	82
2.10. Повреждения при работе трансформаторов .....	85

**Глава 3. ОБСЛУЖИВАНИЕ  
СИНХРОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ .....** 89

3.1. Понятие о реактивной мощности. Режимы работы синхронных компенсаторов .....	89
3.2. Системы возбуждения синхронных компенсаторов .....	91
3.3. Система охлаждения .....	96
3.4. Система водоснабжения .....	100
3.5. Система маслоснабжения .....	102
3.6. Порядок действий персонала при пуске и останове СК и выводе его в ремонт .....	103
3.7. Осмотры СК и контроль за его работой .....	106

**Глава 4. ОБСЛУЖИВАНИЕ  
КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ .....** 112

4.1. Термины, определения и классификация коммутационных аппаратов высокого напряжения .....	112
4.2. Обслуживание выключателей высокого напряжения .....	115
4.2.1. Требования к выключателям .....	115
4.2.2. Обслуживание масляных выключателей .....	116
4.2.3. Обслуживание воздушных выключателей .....	123
4.2.4. Обслуживание элегазовых выключателей .....	126
4.2.5. Обслуживание вакуумных выключателей .....	128
4.2.6. Операции с выключателями и проверка их работоспособности .....	129

4.3. Обслуживание разъединителей, отделителей и короткозамыкателей .....	131
4.3.1. Обслуживание разъединителей и отделителей .....	131
4.3.2. Операции с разъединителями и отделителями .....	138
4.4. Обслуживание установок приготовления сжатого воздуха .....	140

**Глава 5. ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
И ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ, РЕАКТОРОВ  
И КАБЕЛЕЙ** .....

146

5.1. Обслуживание трансформаторов тока .....	146
5.2. Обслуживание трансформаторов напряжения .....	148
5.3. Обслуживание конденсаторов связи и отбора мощности и ВЧ заградителей .....	153
5.4. Обслуживание разрядников и ограничителей перенапряжений .....	155
5.5. Обслуживание токоограничивающих реакторов .....	158
5.6. Обслуживание силовых и контрольных кабелей .....	160

**Глава 6. ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ  
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ** .....

166

6.1. Общие требования к РУ напряжением выше 1 кВ .....	166
6.2. Обслуживание шин и контактных соединений .....	168
6.3. Обслуживание высоковольтных изоляторов .....	173
6.4. Заземляющие устройства на ПС и в РУ .....	178
6.5. Устройства оперативной блокировки .....	181
6.6. Обслуживание элементов КРУ .....	184

**Глава 7. ОБСЛУЖИВАНИЕ ЦЕПЕЙ  
ОПЕРАТИВНОГО ТОКА** .....

189

7.1. Источники оперативного тока на ПС .....	189
7.2. Устройство, характеристики, режимы работы и особенности эксплуатации аккумуляторных батарей .....	193
7.3. Преобразователи энергии: двигатели-генераторы и выпрямители .....	198
7.4. Контроль изоляции цепей оперативного тока .....	200

**315**

<b>Глава 8. ОСОБЕННОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ .....</b>	<b>202</b>
8.1. Общие положения по обслуживанию устройств РЗА .....	202
8.2. Характер повреждений в электрических сетях и утяжеленные режимы их работы .....	208
8.3. Максимальная токовая и токовая направленная защиты .....	210
8.4. Токовая направленная защита нулевой последовательности .....	213
8.5. Дистанционная защита линий .....	216
8.6. Продольная дифференциальная защита .....	217
8.7. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита .....	219
8.8. Дифференциально-фазная высокочастотная защита .....	221
8.9. Дифференциальная токовая и другие виды дифференциальной защиты .....	223
8.10. Газовая защита трансформаторов .....	225
8.11. Защита синхронных компенсаторов .....	227
8.12. Устройства резервирования отказов выключателей .....	228
8.13. Автоматическое повторное включение линий, шин и трансформаторов .....	230
8.14. Автоматическое включение резерва .....	233
8.15. Обслуживание устройств РЗА .....	235
 <b>Глава 9. ФАЗИРОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....</b>	 <b>239</b>
9.1. Общие понятия и определения .....	239
9.2. Методы и порядок выполнения фазировки .....	240
 <b>Глава 10. ПОРЯДОК И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАТИВНЫХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ НА ПОДСТАНЦИЯХ .....</b>	 <b>245</b>
10.1. Общие положения .....	245
10.2. Распоряжения о переключениях и порядок их выполнения .....	248

10.3. Последовательность типовых операций с коммутационными аппаратами при включении и отключении ВЛ, КЛ и трансформаторов .....	250
10.4. Последовательность операций при включении и отключении электрических цепей .....	251
10.5. Переключения при ликвидации технологических нарушений .....	254
10.6. Переключения при вводе в работу нового оборудования и проведении испытаний .....	255
10.7. Последовательность операций при отключении и включении электрических цепей на ПС, выполненных по упрощенным схемам .....	256
10.8. Последовательность операций на ПС с двумя системами шин при выводе одной из них в ремонт .....	258
10.9. Перевод присоединений с одной системы шин на другую без ШСВ в РУ .....	261
10.10. Вывод выключателей в ремонт и ввод их в работу после ремонта .....	262

**Глава 11. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**И УСТРАНЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ .....** 266

11.1. Порядок организации работ при ликвидации аварий .....	266
11.2. Замыкание фазы на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов .....	269
11.3. Предупреждение отказов выключателей .....	273
11.4. Операции с шинными разъединителями .....	274
11.5. Недопустимость феррорезонансных явлений .....	275
11.6. Причины возникновения аварийных ситуаций в электрических сетях и действия персонала по их предупреждению и устранению .....	277
11.7. Действия персонала при аварийном отключении ВЛ и КЛ .....	279
11.8. Действия персонала при аварийном отключении трансформаторов .....	280
11.9. Действия персонала при аварийном отключении сборных шин .....	281
11.10. Определение мест повреждений на ЛЭП .....	282

<b>Глава 12. ОПЕРАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ПС</b> .....	285
12.1. Оперативный журнал .....	285
12.2. Оперативная схема и схема-макет электрических соединений электростанций и подстанций .....	286
12.3. Бланки переключений .....	287
<b>Глава 13. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ</b> .....	294
13.1. Общие положения .....	294
13.2. Подготовка по новой должности .....	299
13.3. Стажировка .....	299
13.4. Проверка знаний норм и правил .....	300
13.5. Дублирование .....	302
13.6. Допуск к самостоятельной работе .....	302
13.7. Инструктажи по безопасности и охране труда .....	304
13.8. Контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки .....	306
13.9. Специальная подготовка .....	306
<b>ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ</b> .....	308
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	311