

В. А. Кобозев, И. В. Лыгин

**КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2022

Кобозев, В. А. Качество электроэнергии и энергоэффективность систем электроснабжения потребителей : учебное пособие / В. А. Кобозев, И. В. Лыгин. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 352, [2] с.

УДК 621.31.031.019.3(075.8)

ББК 31

Абонемент уч. лит. — 3 экз.

Чит. зал №1 — 2 экз.

Изложена концепция решения проблем повышения качества электроэнергии и энергоэффективности систем электроснабжения потребителей. Приведены методы анализа показателей качества, результаты их статистической обработки на реальных объектах, дан анализ процессов преобразования нагрузки в трансформаторах с различными схемами и группами соединения обмоток. Рассмотрены методы и технические средства повышения качества и снижения потерь электроэнергии в системах электроснабжения потребителей.

Для студентов и аспирантов, обучающихся по различным профилям направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» и профилю «Инфокоммуникационные технологии объектов энергетики» направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Может быть полезно инженерно-техническим работникам и специалистам в области эксплуатации систем электроснабжения.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
Глава 1. Проблемы качества электроэнергии и энергоэффективности систем электроснабжения потребителей и общая концепция их решения	9
1.1. Понятие качества электроэнергии и нормативные требования к нему.....	9
1.2. Причины и виновники нарушений качества электроэнергии.....	14
1.3. Методика расчета несимметричных режимов.....	19
1.4. Электротехнический и технологический ущерб от нарушений качества электроэнергии.....	25
1.5. Потери энергии в электрических сетях и их связь с системами учета.....	26
1.6. Эволюция приборов и систем учета электроэнергии.....	30
1.7. Влияние качества ЭЭ на энергоэффективность электрических сетей.....	34
1.8. Влияние качества электроэнергии на характеристики типичных потребителей.....	47
1.9. Проблемы организации контроля качества электроэнергии.....	67
1.10. Концепция создания программно-аппаратного комплекса для информационного обеспечения мероприятий по повышению энергоэффективности систем электроснабжения потребителей.....	75
Глава 2. Применение многофункциональных счетчиков для инструментального контроля параметров электроэнергии	83
2.1. Общая концепция.....	83
2.2. Устройство сопряжения счетчика электроэнергии с персональным компьютером.....	88
2.3. Программа для съема данных со счетчиков электроэнергии.....	93
2.4. Алгоритмы и программа для обработки данных.....	95
2.5. Результаты сравнительных испытаний многофункционального счетчика ЭЭ ЦЭ6850М и специализированного измерителя КЭ «Ресурс UF».....	100

Глава 3. Методы анализа систематических и случайных отклонений напряжения.....	103
3.1. Статистические критерии оценки случайных параметров электроэнергии.....	103
3.2. Методика оценки случайных отклонений напряжения.....	105
3.3. Методика анализа случайных отклонений напряжения в трехфазных сетях с учетом несимметрии.....	110
3.4. Типизация и коррекция относительных отклонений напряжения.....	116
Глава 4. Методы анализа систематической и случайной несимметрии напряжений и токов.....	122
4.1. Расчет показателей несимметрии по модулям междуфазных и фазных напряжений.....	122
4.2. Методика и программа разделения систематической и случайной несимметрии напряжений.....	126
4.3. Программа разделения систематической и случайной несимметрии токов.....	135
4.4. Анализ и структурирование потерь мощности при случайных изменениях и несимметрии токов.....	137
Глава 5. Анализ отклонений и несимметрии напряжений на реальных объектах.....	146
5.1. Статистические показатели отклонений напряжения в электрических сетях районного центра.....	146
5.2. Статистические показатели несимметрии напряжений в электрических сетях районного центра.....	158
5.3. Статистические показатели отклонений напряжения в электрических сетях г. Ставрополя.....	170
5.4. Статистические показатели несимметрии напряжений в электрических сетях г. Ставрополя.....	182
5.5. Анализ отклонений напряжения в аудиториях учебного заведения.....	192
5.6. Анализ несимметрии напряжений на трехфазных вводах в аудитории учебного заведения.....	202
Глава 6. Оценка коэффициентов искажения синусоидальности и гармонических составляющих напряжений и токов.....	210
6.1. Оценка искажения синусоидальности напряжений в коммунально-бытовых электрических сетях.....	210
6.2. Оценка гармонических составляющих напряжений и токов в электрических сетях с нелинейными нагрузками.....	214

Глава 7. Трансформаторы с различными схемами и группами соединения обмоток при несимметричной нагрузке.....	238
7.1. Влияние схемы соединения обмоток на сопротивление нулевой последовательности.....	238
7.2. Преобразование несимметричных токов нагрузки в сеть высокого напряжения в трансформаторах с различными схемами соединения обмоток.....	244
7.3. Анализ процессов в трансформаторах с различными группами соединения обмоток при несимметрии нагрузки.....	253
7.4. Принцип эквивалентности.....	262
7.5. Уменьшение несимметрии токов и потерь в линиях ВН на основе принципа эквивалентности.....	268
Глава 8. Методы и средства уменьшения отклонений и несимметрии напряжений.....	272
8.1. Общая характеристика методов уменьшения отклонений и несимметрии напряжений.....	272
8.2. Мероприятия по уменьшению систематических отклонений напряжения.....	274
8.3. Методы симметрирования, основанные на перераспределении нагрузок.....	288
8.4. Применение симметрирующих автотрансформаторов и преобразователей числа фаз.....	298
8.5. Применение шунто-симметрирующих устройств.....	304
8.6. Симметрирующий эффект асинхронных двигателей в электрических сетях малой мощности.....	307
Глава 9. Методы и средства уменьшения потерь электроэнергии.....	314
9.1. Общая характеристика мероприятий по уменьшению потерь электроэнергии.....	314
9.2. Компенсация реактивной мощности.....	317
9.3. Уменьшение неравномерности графиков нагрузки на основе применения дифференцированных тарифов.....	326
Литература.....	340