

**УДК 621.31**  
**ББК 31.280.7**  
**О 93**

Рецензенты:

**Афоничев Дмитрий Николаевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ им. императора Петра I

**Прасол Дмитрий Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и автоматики ФГБОУ ВПО БГТУ им. В.Г. Шухова

**О93    Оценка показателей качества электрической энергии в электропитающих сетях : монография. / С.В. Вендин, С.В. Килин, С.В. Соловьёв, А.О. Яковлев. — Москва; Белгород: ООО «Издательско-книготорговый центр Колос-с», 2020. — 248 с.**

**ISBN 978-5-00129-168-8**

В монографии представлены материалы анализа различных вопросов электроснабжения мегаполиса, измерения показателей качества электрической энергии, определения экономического ущерба и ответственности за понижение качества электроэнергии, а также методы и средства повышения качества электрической энергии в электрических сетях.

Изложенные в монографии материалы могут представлять интерес для научных работников, специалистов, преподавателей, аспирантов, магистров, студентов занимающихся изучением вопросов в области электроснабжения промышленных предприятий и учета электрической энергии.

**УДК 621.31**  
**ББК 31.280.7**

**ISBN 978-5-00129-168-8**

© Коллектив авторов, 2020  
© ООО «ИКЦ Колос-с», 2020

## Содержание

Введение .....	6
1. Характеристика качества электрической энергии .....	8
1.1. Показатели качества электрической энергии .....	8
1.2. Способы расчета и методики определения показателей качества электрической энергии и вспомогательных параметров .....	11
1.3. Нормы и оценка качества электрической энергии .....	29
1.4. Причины понижения качества электрической энергии .....	32
2. Экономическая оценка последствий передачи и потребления электрической энергии низкого качества .....	38
2.1. Влияние низкого качества электрической энергии на работу электротехнического оборудования .....	38
2.2. Влияние низкого качества электрической энергии на работу систем учета электроэнергии .....	42
2.3. Оценка экономического ущерба от низкого качества электрической энергии .....	45
3. Методы и средства измерения несимметрии, несинусоидальности и частоты питающей сети .....	47
3.1. Методы и средства измерения несимметрии в системах электроснабжения .....	47
3.1.1. Измерение симметричных составляющих по интегральным значениям кусочно-гармонических напряжений .....	48
3.1.2. Измерение амплитуд и фаз симметричных составляющих методом последовательных приближений .....	53
3.1.3. Метод и средство измерения симметричных составляющих по ортогональным составляющим .....	59
3.1.4. Цифровой метод и устройство измерения прямой и обратной последовательностей напряжений .....	64
3.1.5. Измерение симметричных составляющих методом опорных точек .....	72

3.2. Методы и средства измерения нелинейных искажений .....	76
в электрических сетях.....	76
3.2.1. Корреляционный метод измерения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения.....	76
3.2.2. Измерение коэффициента $n$ –й гармонической составляющей напряжения по коэффициентам Фурье .....	79
3.3. Измерение отклонения частоты .....	81
3.4. Анализатор напряжений и токов в электрических сетях.....	84
3.4.1. Структурная схема анализатора .....	84
3.4.2. Технические характеристики анализатора .....	86
3.4.3. Программные средства анализа качества электрической энергии .....	87
3.4.4. Результаты измерения качества электрической энергии .....	90
4. Распределение ответственности за понижение качества электрической энергии.....	101
4.1. Оценка влияния потребителей на искажение симметрии в низковольтной распределительной сети .....	102
4.1.1. Оценка влияния потребителей на искажение симметрии по мощности симметричных составляющих .....	103
4.1.2. Оценка влияния потребителей на искажение симметрии с использованием модели сети, выполненной в фазных координатах.....	115
4.1.3. Распределение ответственности за искажение симметрии напряжения .....	134
4.2. Оценка влияния потребителей на искажение синусоидальности кривой напряжения .....	144
4.2.1. Оценка влияния субъектов на искажение синусоидальности по мощности гармонических составляющих.....	146
4.2.2. Распределение ответственности за искажение синусоидальности напряжения.....	160
5. Методы и средства повышения качества электрической энергии.....	175

5.1. Симметрирование несимметричных режимов работы систем электроснабжения .....	175
5.1.1. Симметрирование трехфазной сети с нулевым проводом .....	177
5.1.2. Симметрирование трехфазных трехпроводных сетей .....	184
5.1.3. Методы симметрирования трехфазных сетей по мощности .....	198
5.1.4. Симметрирование и компенсация реактивной мощности в трехфазных сетях .....	203
5.1.5. Погрешность и устойчивость процесса симметрирования трехфазных сетей .....	206
5.2. Регулирование частоты .....	211
5.3. Снижение уровней высших гармоник .....	213
5.3.1. Силовые резонансные фильтры .....	213
5.3.2. Схемные и конструктивные решения для снижения уровней высших гармоник .....	218
5.4. Регулирование напряжения .....	222
Список использованных источников .....	238