




В. Э. Воротницкий, А. В. Могиленко

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ЗАРУБЕЖНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА

«Инфра-Инженерия» 

УДК 621.311
ББК 31.280.7
В75

Рецензенты:

- д. т. н., главный научный сотрудник, руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики Института энергетических исследований Российской академии наук, руководитель Национального исследовательского комитета С6 РНК СИГРЭ, академик-секретарь отделения «Электроэнергетика» Академии электротехнических наук РФ *Илюшин Павел Владимирович*;
- д. т. н., профессор, заместитель проректора по подготовке научных кадров, профессор кафедры электроэнергетики и электромеханики Санкт-Петербургского горного университета, вице-президент Академии электротехнических наук РФ *Назарычев Александр Николаевич*

Воротницкий, В. Э.

- В75** Снижение потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях. Сравнительный анализ зарубежного и отечественного опыта : монография / В. Э. Воротницкий, А. В. Могиленко ; под общ. ред. В. Э. Воротницкого. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 308 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-1388-6

Рассмотрены методы и средства энергосбережения и повышения энергетической эффективности, применяемые в электрических сетях напряжением 0,4–110 кВ, в том числе: структура, терминология, особенности расчёта, анализа, снижения потерь электроэнергии; динамика потерь; методы нормирования и покупки потерь на рынках электроэнергии различных стран. Выполнено сопоставление зарубежного опыта с отечественным, приведены примеры по основным разделам сравнительного анализа.

Для специалистов, работающих в научных, проектных и эксплуатационных организациях, занимающихся вопросами расчёта, нормирования и снижения потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях. Может быть полезно студентам электротехнических и электроэнергетических специальностей.

УДК 621.311
ББК 31.280.7

ISBN 978-5-9729-1388-6

© Воротницкий В. Э., Могиленко А. В., 2023
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	6
ВВЕДЕНИЕ	18
ГЛАВА ПЕРВАЯ. Структура потерь электроэнергии	21
1.1. Технические потери	21
1.2. Нетехнические потери	24
1.3. Результаты опросов европейских стран по структуре потерь электроэнергии	33
1.4. Принципы измерения и расчёта абсолютных потерь и структурных составляющих баланса электроэнергии в отдельных странах	35
1.5. Этапы и методы определения структуры технических и нетехнических потерь электроэнергии	38
1.6. Методы и средства анализа факторов, влияющих на технические и нетехнические потери	39
1.7. Комбинирование методов и выводы в части определения потерь	42
1.8. Российский опыт расчётов и измерения потерь электроэнергии и их структуры, анализа факторов, влияющих на технические и нетехнические потери	43
1.8.1. Фактические потери, структура технологических потерь	43
1.8.2. Факторы, влияющие на уровень и структуру технологических потерь	45
1.8.3. Структура нетехнических потерь электроэнергии	47
Выводы по главе 1	54
ГЛАВА ВТОРАЯ. Сравнительный анализ динамики потерь в электрических сетях различных стран	55
2.1. Общий обзор ситуации в мире	55
2.2. Анализ потерь и их структуры в отдельных странах	58
2.3. Способы сравнения стран по уровню потерь электроэнергии, применяемые в международной практике	63
2.4. Динамика потерь электроэнергии в распределительных сетях России	68
2.5. Методология формирования ежегодного рейтинга электросетевых компаний России по уровню энергетической эффективности	71
Выводы по главе 2	73
ГЛАВА ТРЕТЬЯ. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии	74
3.1. Мероприятия по снижению технических потерь	74
3.1.1. Отношение сетевых компаний к снижению технических потерь	74
3.1.2. Классификация мероприятий по снижению технических потерь	74
3.1.3. Замена компонентов сетей	76
3.1.4. Управление сетями	102
3.1.5. Прочие мероприятия по снижению технических потерь	124
3.1.6. Комплексные программы снижения технических потерь	125
3.2. Мероприятия по снижению нетехнических потерь	126

3.2.1. Основные направления и принципы снижения нетехнических потерь.....	126
3.2.2. Снижение нетехнических потерь при помощи анализа данных	127
3.2.3. Актуальные традиционные мероприятия	131
3.2.4. Комплексный технико-экономический подход к снижению нетехнических потерь	132
3.2.5. Влияние социально-экономических особенностей отдельных стран на уровень нетехнических потерь	134
3.2.6. Сценарии снижения нетехнических потерь в разных странах.....	135
3.3. Основные направления повышения эффективности производства, распределения и потребления электроэнергии за рубежом.....	139
3.3.1. Распределённая генерация. Возобновляемые источники энергии.....	131
3.3.2. Накопители электроэнергии.....	143
3.3.3. Опыт и перспективы развития и внедрения зарубежных цифровых интеллектуальных электрических сетей и систем учёта электроэнергии... ..	144
3.4. Сравнительная характеристика российского опыта снижения потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях	150
3.4.1. Инновационное развитие электросетевого комплекса и внедрение энергосберегающего оборудования и технологий.....	151
3.4.2. Оптимизация схем и режимов электрических сетей	159
3.4.3. Модернизация, автоматизация и интеллектуализация систем учета электроэнергии	159
3.4.4. Активизация «человеческого фактора»	161
3.4.5. Совершенствование нормативной базы по контролю, анализу и снижению потерь электроэнергии в электрических сетях	162
3.4.6. Оптимизация системы управления бизнес-процессами повышения энергоэффективности. Внедрение системы энергетического менеджмента	162
Выводы по главе 3.....	165
ГЛАВА ЧЕТВЁРТАЯ. Регуляторные мероприятия по снижению потерь.....	167
4.1. Нормирование и стимулирование снижения потерь	167
4.2. Модели нормирования затрат на компенсацию потерь	169
4.3. Возможные схемы нормирования	170
4.4. Примеры покупки потерь в странах Европы.....	173
4.5. Цели и задачи расчётов и нормирования потерь электроэнергии в электрических сетях России	178
Выводы по главе 4	180
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	182
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	185
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	191
Приложение 1. Методика расчёта коэффициентов потерь в распределительных сетях компании SA POWER Network Южной Австралии.....	191

Приложение 2. Потери электроэнергии в международных энергетических рейтингах	200
Приложение 3. Относительные потери электроэнергии в электрических сетях стран мира и среднедушевой ВВП	202
Приложение 4. Порядок определения потерь в электрических сетях России и оплаты этих потерь	202
Приложение 5. Словарь терминов	206
Приложение 6. Примеры зарубежных исследований по оценке снижения технических потерь от внедрения новых технологий	208
Приложение 7. Опыт различных стран в части оценки и снижения нетехнических потерь	234
Приложение 8. Опыт оценки влияния ВИЭ и РГ на технические потери в сетях	249
Приложение 9. Примеры комплексной реализации и оценки эффективности мероприятий по снижению потерь.....	256