

**SMART GRID:
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕТИ —
ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ.
ЧАСТЬ 2. ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЯ,
УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ**

Представлена основная концепция «интеллектуальной» сети Smart Grid, рассмотрены ключевые технологии, необходимые для ее реализации. Приведенный материал, являющийся адаптированным обзором книги коллектива авторов из университетов Великобритании, Японии, Китая и Шри-Ланки, сгруппирован по трем основным технологиям, которые представлены в трех частях и относительно независимы друг от друга:

Часть 1. Информационные и коммуникационные технологии;

Часть 2. Технологии измерения, управления и автоматизации;

Часть 3. Силовая электроника и хранение энергии.

Книга адресована студентам старших курсов, магистрантам, инженерам и научным работникам различных дисциплин, желающим расширить свои знания о технологиях, которые вносят все больший вклад в реализацию Smart Grid и принять участие в обсуждении проблем развития энергосистем будущего.

Ключевые слова: Smart Grid, интеллектуальные сети, информационные технологии, коммуникационные технологии, хранение энергии.

Оглавление

Часть 1

Предисловие научного редактора

Предисловие

Список сокращений

ГЛАВА ПЕРВАЯ. Интеллектуальная сеть (Smart Grid)

- 1.1. Общие сведения
 - 1.2. Зачем внедрять систему Smart Grid сейчас?
 - 1.2.1. Старение активов и недостаточная пропускная способность
 - 1.2.2. Температурные ограничения
 - 1.2.3. Эксплуатационные ограничения
 - 1.2.4. Надежность электроснабжения
 - 1.2.5. Национальные инициативы
 - 1.3. Что такое Smart Grid?
 - 1.4. Первоначальные инициативы Smart Grid
 - 1.4.1. Активные распределительные сети
 - 1.4.2. Виртуальная электростанция
 - 1.4.3. Другие инициативы и демонстрации
 - 1.5. Обзор технологий, необходимых для Smart Grid
- Список литературы к гл. 1

ГЛАВА ВТОРАЯ. Передача данных

- 2.1. Основные положения
- 2.2. Выделенные и общие каналы связи
- 2.3. Методы коммутации
- 2.4. Каналы связи

- 2.4.1. Характеристика каналов связи
- 2.4.2. Проводная связь
- 2.4.3. Оптическое волокно
- 2.4.4. Радиосвязь
- 2.4.5. Сотовая мобильная связь
- 2.4.6. Спутниковая связь
- 2.5. Архитектура уровней и протоколы
- 2.5.1. Модель ISO/OSI
- 2.5.2. TCP/IP

Список литературы к гл. 2

ГЛАВА ТРЕТЬЯ. Коммуникационные технологии для интеллектуальной сети

- 3.1. Общие положения
- 3.2. Технологии связи
- 3.2.1. Серия IEEE 802
- 3.2.2. Мобильная связь
- 3.2.3. Многопротокольная коммутация меток
- 3.2.4. Связь по силовым линиям электроснабжения
- 3.3. Стандарты для обмена информацией
- 3.3.1. Стандарты для интеллектуальных приборов учета энергии
- 3.3.2. Modbus
- 3.3.3. DNP3
- 3.3.4. МЭК 61850

Список литературы к гл. 3

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. Информационная безопасность для интеллектуальных сетей

- 4.1. Постановка задачи
- 4.2. Шифрование и дешифрование
- 4.3. Аутентификация
- 4.4. Цифровые подписи
- 4.5. Стандарты кибербезопасности

Список литературы к гл. 4

Часть 2

ГЛАВА ПЯТАЯ. Интеллектуальные измерения в интеграции с бизнес-процессами спроса и предложения	25
5.1. Общие положения	25
5.2. Интеллектуальный учет.	27
5.2.1. Эволюция системы учета электроэнергии	27
5.2.2. Основные компоненты системы интеллектуального учета потребления электроэнергии.	31
5.3. Интеллектуальные счетчики	31
5.3.1. Обзор счетчиков	31
5.3.2. Считывание сигнала	32
5.3.3. Нормализация сигнала	35
5.3.4. Аналого-цифровое преобразование.	36
5.3.4. Вычисления.	41
5.3.5. Ввод/вывод	43
5.3.6. Связь.	44
5.4. Коммуникационная инфраструктура и протоколы для интеллектуальных приборов учета	44
5.5. Интеграция со стороны спроса	50
5.5.1. Сервисы, предоставляемые DSI.	51
5.5.2. Реализация DSI.	57
5.5.3. Аппаратная поддержка внедрения DSI	60
5.5.4. Гибкость, обеспечиваемая потребителями со стороны спроса	64
5.5.5. Поддержка энергосистемы от DSI	64
Список литературы к гл. 5.	66
ГЛАВА ШЕСТАЯ. Оборудование для автоматизации распределения электроэнергии	69
6.1. Общие сведения	69
6.2. Оборудование для автоматизации подстанций	70
6.2.1. Система автоматизации подстанции	70
6.2.2. Трансформаторы тока	73
6.2.3. Трансформаторы напряжения	79
6.2.4. Интеллектуальные электронные устройства	81
6.2.5. Контроллер присоединения	83

6.2.6. Удаленные терминальные устройства	84
6.3. Неисправности в распределительной сети	85
6.3.1. Постановка задачи	85
6.3.2. Компоненты оборудования для изоляции места повреждения и восстановления электрооборудования	87
6.3.3. Определение места повреждения, его изоляция и восстановление.	94
6.4. Регулирование напряжения	99
Список литературы к гл. 6.	104
ГЛАВА СЕДЬМАЯ. Управление распределением электроэнергии	107
7.1. Основные положения	107
7.2. Источники данных и связанные с ними внешние системы	109
7.2.1. Система диспетчерского оперативного управления и сбора данных	110
7.2.2. Информационная система клиентов	112
7.3. Инструменты моделирования и анализа.	113
7.3.1. Моделирование системы распределения электроэнергии	113
7.3.2. Анализ топологии.	118
7.3.3. Прогнозирование нагрузки	121
7.3.4. Анализ потокораспределения мощностей	123
7.3.5. Расчет токов короткого замыкания	128
7.3.6. Оценка состояния	132
7.3.7. Другие инструменты анализа	138
7.4. Приложения.	139
7.4.1. Мониторинг системы	139
7.4.2. Работа системы	141
7.4.3. Управление системой.	144
7.4.4. Система управления отключениями	144
Список литературы к гл. 7	149
ГЛАВА ВОСЬМАЯ. Работа систем электропередачи	151
8.1. Постановка задачи	151
8.2. Источники данных	152

8.3. Автоматизированная система управления	156
8.4. Приложения для управления энергосистемой на большой территории	160
8.4.1. Территориально распределенные измерительные системы	160
8.4.2. Онлайн-контроллер динамической устойчивости	163
8.4.3. Контроллер предотвращения асинхронного хода	163
8.5. Методы визуализации	166
8.5.1. Обзор методов	166
8.5.2. Двухмерное визуальное представление	167
8.5.3. Трехмерное визуальное представление.	168
Список литературы к гл. 8	170