

# МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

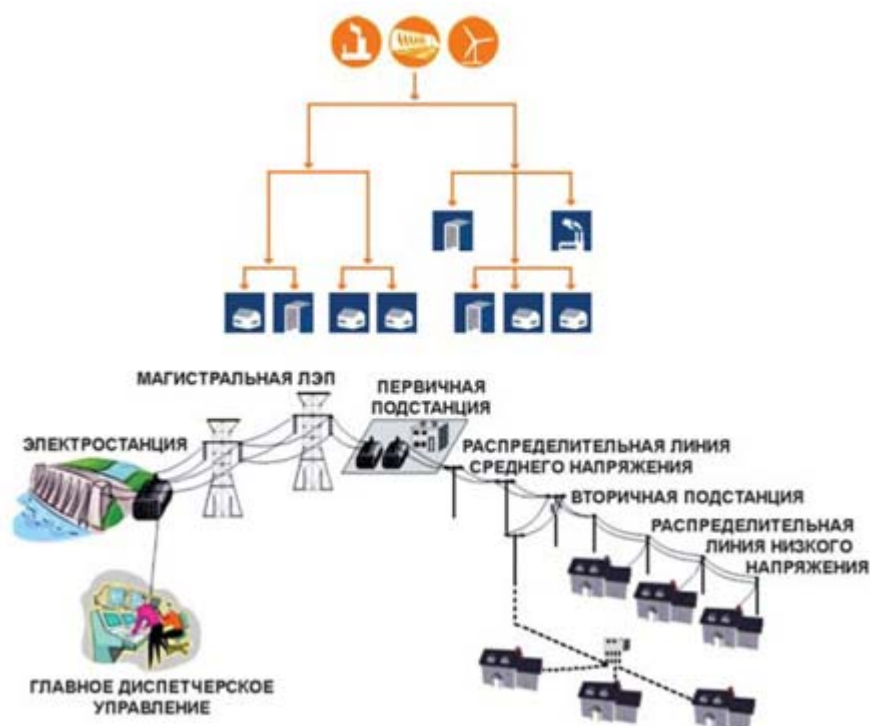
## (2 ЧАСА)

Интеллектуальная инжиниринговая система учета, контроля и управления энергопотребления предоставляет комплекс инструментов и средств для контролируемого снижения затрат на внутреннее энергопотребление и расходование энергоресурсов.

### 1. Электрические сети

Сегодня электрические сети строятся по иерархическому принципу (генератор, магистральные линии, далее распределительные сети, городские сети и т.д.), рис. 1.1.

В большинстве случаев современные электрические сети состоят из радиальных линий с односторонним потоком энергии. Лишь в некоторых случаях электрические сети замкнуты. Согласно концепции Smart Grid будущая сеть уже не будет иметь иерархическую структуру и крупные потребители будут в ней перемешаны с большим количеством относительно маломощных источников энергии, а также и единичных мощных станций, регуляторов напряжения, компенсаторов реактивной мощности и т.д. Это будет настоящая весьма сложная, неструктурированная, разветвленная сеть.



## Рисунок 1.1 Структура традиционной электрической сети, построенной по иерархическому принципу

Перетоки мощности по такой сети не будут строго детерминированными. Очевидно, что такая сложная неструктурированная сеть (которую даже сравнивают с сетью Интернет) должна иметь мощную управляющую систему, согласовывающую между собой работу всех этих многочисленных компонентов сети. Для этого все компоненты сети должны «общаться» друг с другом и с управляющим центром по специальным сетям связи, которые предполагается выполнять беспроводными. Разработка мощных полностью управляемых компонентов сети, снабженных системами самодиагностики и мониторинга, а также надежными каналами передачи и приема информации — является одним из направлений концепции Smart Grid.

### *2. Системы мониторинга и самодиагностики электрооборудования*

Резкое усложнение мощных компонентов энергосистемы, с одной стороны, и прогресс в области современных компьютеризированных систем, с другой, обуславливает необходимость дальнейшего интенсивного развития диагностических систем мониторинга электрооборудования, позволяющих заранее предотвратить выход из строя важных компонентов сети. Законы старения электрической изоляции, знание тенденций изменения химического состава масла силовых трансформаторов, известные особенности и свойства частичных разрядов в твердой, жидкой и газообразной изоляции, а также в вакууме, позволяют создать специальные датчики и надежные алгоритмы диагностики для постоянного мониторинга исправности важных компонентов будущей сети, что является еще одним направлением концепции Smart Grid.

### *3. Системы связи и передачи данных между электроэнергетическими объектами*

Сегодня для связи и передачи информации между различными объектами используются различные каналы связи. Это и связь по низковольтным проводам (низкочастотным контрольным кабелям, коаксиальным высокочастотным кабелям),

по оптическим кабелям, по проводам высоковольтных линий электропередач, по направленному защищенному радиоканалу и т.д.

В последнее время все шире начинают применяться и сетевые технологии Ethernet/Internet. Это связано в первую очередь с дешевизной, с широкой распространенностью и повсеместной доступностью таких сетей, с хорошо отработанными технологией и протоколами связи, необходимостью в будущем обмениваться огромными массивами информации с многочисленных компонентов энергосистемы, разбросанных на большой территории. Уже сегодня на рынке присутствуют всевозможные электронные датчики, трансдюсеры, измерительные преобразователи, снабженные встроенным дешевым модемом, позволяющим подключать их к сети Ethernet/ Intranet. Что касается применяемой сегодня в релейной защите оптоволоконной связи, то она считается слишком дорогой для расширенного и повсеместного применения в будущей концепции Smart Grid

рис.3.1.

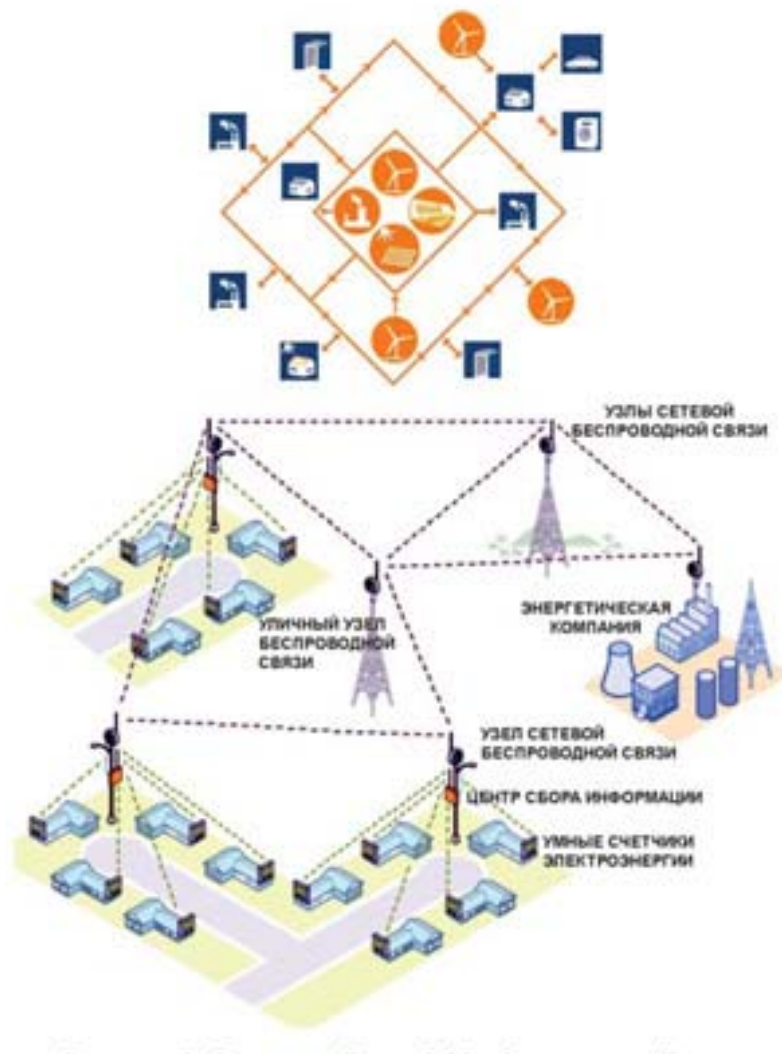


Рисунок 3.1 Структура Smart Grid с беспроводной информационной сетью управления

Впрочем, в этом деле много спекуляций и различные компании, занимающие определенный сектор рынка систем связи и передачи пытаются обосновать целесообразность применения в концепции Smart Grid именно их принципов и систем передачи данных. Так, например, наряду с утверждениями о том, что будущее принадлежит исключительно стандартным сетевым приложениям Ethernet/Intranet, встречаются утверждения о том, что единственно правильным решением является широкополосная связь по проводам высоковольтных линий сети. В литературе можно встретить также вполне серьезное обсуждение перспектив применения в Smart Grid технологий современной беспроводной связи, таких как сети сотовой связи, WiMAX, Wi-Fi и других, широко применяемых в быту, рис. 2.

#### *4. Системы учета электроэнергии*

Микропроцессорные счетчики электроэнергии появились на рынке уже давно и вне всякой связи с концепцией Smart Grid. Скорее наоборот, чисто рекламный термин Smart Grid, применявшийся вначале лишь для рекламы таких счетчиков, вырос в некую глобальную концепцию будущей электроэнергетики. Многотарифные микропроцессорные счетчики, способные выполнять расчеты, связываться с другими аналогичными счетчиками, способные накапливать информацию и передавать ее по сети практически применяются в электроэнергетике уже давно. В последние годы упрощенные варианты таких счетчиков начали применяться и в быту, рис. 4.1. Достигнутый в этой области уровень техники полностью соответствует концепции Smart Grid.



Рисунок 4.1 «Умные» счетчики электроэнергии

#### *5. Принцип функционирования Smart Grid*

В соответствии с для надежного функционирования такой сложной системы, какой является Smart Grid, количество отдельных многофункциональных модулей, обрабатывающих информацию, должно быть сокращено до минимума (то есть будет иметь место тенденция дальнейшей концентрации функций в единичных модулях). Информация от многочисленных компонентов Smart Grid должна поступать по сети на мощные серверы, обрабатываться компьютерными центрами и пересылаться по сети на исполнительные элементы. По мнению вся основная функциональность Smart Grid должна обеспечиваться на программном уровне.

#### *6. Релейная защита*

В новой концепции Smart Grid релейная защита (РЗ) должна быть совмещена с функциями информационно-измерительной системы. Причиной этого является то, что, во-первых, микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ) производят измерения токов, напряжений в векторной форме. Во-вторых, они записывают и накапливают информацию об аварийных режимах и собственных срабатываниях. Эта информация может быть напрямую использована в будущих контрольно-информационно-измерительных системах Smart Grid, в которых релейной защите будут приданы дополнительные функции измерений, мониторинга и диагностики электрооборудования энергосистем. По прогнозам апологетов Smart Grid, МУРЗ должны превратиться в некие центры по обработке информации, не имеющих никаких других присоединений, кроме подключения к сети Ethernet. Ни традиционных входных, ни выходных цепей у таких МУРЗ не будет, поскольку все компоненты Smart Grid будут снабжены сетевым подключением (включая и высоковольтные выключатели) и все команды, включая и команды на отключение выключателей, будут передаваться в виде GOOSE сообщений по стандарту IEC 61850. Что касается входных цепей тока и напряжения, то, по прогнозам, их в МУРЗ вообще не будет в связи с переходом на неконвенциональные трансформаторы тока и напряжения с цифровым выходом. Предполагается, что МУРЗ будет получать с таких трансформаторов готовую информацию о токах и напряжениях в цифровой форме по сети. Что касается алгоритмов релейной защиты, то они, по-видимому, претерпят значительные изменения в связи с изменением принципов построения электрических сетей, появлением в этой сети значительного числа полностью управляемых компонентов, влияющих на режимы работы сети, например, таких, как быстродействующие компенсаторы реактивной мощности, быстродействующих токоограничивающих устройств и т.д. Впрочем, все это лишь первые шаги в области реорганизации релейной защиты. Уже сегодня в технической литературе вполне серьезно обсуждаются вопросы адаптивной релейной защиты, защиты с упреждающими функциями, многомерной релейной защиты, защиты с нечеткой логикой, защиты с искусственным интеллектом, защиты на основе нейронных сетей и т.д.

### *Вопросы и задания*

1. Рассмотреть обе структурные схемы до и после внедрения системы ИИС?
2. Выявить основные закономерности протекания процессов неавтоматизированной системы электропотребления
3. Записать где какие процессы происходят, на каком из уровней?
4. В чем достоинство микропроцессорных датчиков
5. Принцип функционирования интеллектуальной системы
6. В чем заключается основная концепция релейной защиты
7. Создать ИИС для потребления газа и воды