Лекция Основы автоматизированных систем управления энергоснабжением (АСУЭ)

**Введение.**

Теория автоматического управления применяется не только к технологическим объектам, но и к задачам управления предприятиями, процессам принятия решений, системам массового обслуживания и другим сложным системам. За последние десятилетия радиотехнические системы и средства автоматизации претерпели существенные изменения, возникли новые задачи для их решения автоматическими устройствами. Эти задачи связаны с работой систем при случайных изменениях состояния, возрастанием роли радиоэлектронной борьбы, развитием систем пространственно-временной обработки и распределенных вычислений, необходимостью оперативного принятия решений в условиях неопределенности, широким использованием микропроцессорных средств, телекоммуникационного взаимодействия и другими усовершенствованиями. В связи с переходом к рыночным отношениям неизмеримо возросли требования к эффективности и конкурентоспособности систем, а следовательно, к робастности и отказоустойчивости систем автоматического управления (САУ), проблемам их проектирования.

Следует отметить, что современные САУ тесно связаны с такими направлениями развития систем телекоммуникации и связи, как цифровая обработка сигналов, теория фильтрации, беспроводные системы связи и др. САУ широко используются при создании роботов, самонаводящихся систем, оптико-локационных станций и т.д. Возрастает сложность задач, решаемых управляющими устройствами. Так, на современных самолетах устанавливаются радиолокационные станции (РЛС), оборудованные антеннами с активной фазированной решеткой, автоматическая система антенного комплекса обеспечивает практически одновременное функционирование РЛС в разных режимах и разных частотных диапазонах – в одном режиме как обычный локатор, в другом – постановщик помех для "глушения" РЛС других летательных аппаратов.

Широкое распространение получили различные информационные технологии для проектирования и использования в САУ (CASE-средства, SCADA-системы, беспроводные технологии и др.).

**Автоматизированная система управления** (сокращённо **АСУ**) — комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия. АСУ применяются в различных отраслях промышленности, энергетике, транспорте и т. п. Термин "автоматизированная", в отличие от термина "автоматическая" подчёркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации. АСУ с Системой поддержки принятия решений (СППР), являются основным инструментом повышения обоснованности управленческих решений.

Важнейшая задача АСУ — повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления. Различают автоматизированные системы управления объектами (технологическими процессами — АСУТП, предприятием — АСУП, отраслью — ОАСУ) и функциональные автоматизированные системы, например, проектирование плановых расчётов, материально-технического снабжения и т.д.

**1.Автоматизированные системы управления энергоснабжением (АСУЭ).**

В зависимости от технологических особенностей предприятия доля стоимости энергии, приходящаяся на единицу выпускаемой продукции, составляет от 5 до 20% общей стоимости. От ритмичности и бесперебойности энергоснабжения в значительной степени зависит в целом выполнение предприятием государственного плана, от себестоимости получения и распределения различных видов энергии зависит себестоимость выпускаемой предприятием продукции.

Кроме того, перерыв в снабжении потребителей различными видами энергии может повлечь за собой аварии, последствия которых чреваты значительным материальным ущербом и могут вызвать человеческие жертвы.

Энергоснабжение промышленного предприятия характеризуется следующими технологическими особенностями: тесной взаимосвязью между отдельными видами энергоснабжения; зависимостью от внешних источников энергии; зависимостью от собственных источников энергии (например: ТЭЦ, котельные, компрессорные, насосные станции и др.).

Отдельные сооружения энергохозяйства располагаются по всей территории предприятия на значительном расстоянии друг от друга.

Из изложенного следует, что энергетическое хозяйство предприятия требует централизованной координации работы, управления и контроля за состоянием всех энергетических объектов и сетей. Это достигается внедрением диспетчерского телемеханизированного управления. Диспетчерское управление энергоснабжением (электроснабжением и т. п.) предприятия с помощью средств телемеханики обеспечивает: централизацию контроля и управления работой системы; повышение оперативности управления и контроля за работой сооружений и сетей; возможность установления оптимального режима работы оборудования и сетей; повышение надежности снабжения потребителей различными видами энергии; полное или частичное сокращение дежурного персонала на отдельных сооружениях систем энергоснабжения; более квалифицированное управление системой; сокращение количества аварий и быстрейшую ликвидацию их последствий; экономию энергетических ресурсов.
В системах энергоснабжения телемеханизация диспетчерского управления обязательно сочетается с автоматизацией отдельных объектов телемеханизируемой системы.

Отдельные автоматические устройства, такие, как релейная защита, различные блокировки, локальные регуляторы, комплексы автоматических измерительных приборов и другие нашли достаточно широкое распространение в промышленной энергетике и успешно эксплуатируются. На многих предприятиях в системах диспетчерского управления энергоснабжением внедрена также телемеханика.

В последние годы широкое распространение получают автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП). В соответствии с ГОСТ 19675—74 под АСУ подразумевается человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации. Совершенствование управления энергоснабжением предприятий основано также на внедрении автоматизированных систем управления энергетическим хозяйством завода (АСУЭ) как одной из подсистем АСУП.

Внедрение АСУЭ предполагает создание комплекса алгоритмов и программ, позволяющих (с помощью вычислительной техники) решать различные задачи промышленной энергетики, начиная от проектирования и кончая оптимальным управлением режимами. В вычислительный комплекс в качестве внешних устройств входят системы сбора и обработки информации, системы телемеханики, устройства релейной защиты и автоматики, а также связь.

Наряду с задачей оптимального управления возникает необходимость возложить на автоматизированную систему управления также решение проблем, связанных со сбором и обработкой информации для составления энергетических балансов, расчета различных технико-экономических и плановых показателей и т. п. Таким образом, совершенствование управления энергохозяйством промышленных предприятий осуществляется путем внедрения автоматизированных систем управления (АСУ), оснащенных средствами телемеханизации и вычислительной техники. Эти системы должны обеспечивать централизованный контроль и управление работой системы в целях повышения оперативности управления и контроля за работой сооружений и сетей; рациональное распределение выработки энергоносителей между агрегатами, выбор оптимальной их загрузки; рациональное распределение энергии и энергоносителей между потребителями; полное или частичное сокращение дежурного персонала на отдельных сооружениях энергохозяйства; локализацию аварий и быстрейшую ликвидацию их последствий; централизованный учет выработки и потребления энергоресурсов; расчет текущих и плановых технико-экономических показателей работы энергооборудования; оперативное планирование ремонтов энергооборудования; изменение социального состава трудящихся промышленного предприятия.

Из перечисленных задач видно, что АСУЭ по существу является интегрированной системой, так как ей присущи функции как автоматизированной системы управления предприятием (АСУП), так и автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Основной базой АСУЭ, или местом сосредоточения всей информации по системам, являются соответствующие диспетчерские пункты отдельных энергохозяйств (электроснабжения, водоснабжения, теплосилового хозяйства и т. п.) или центральные диспетчерские пункты, объединяющие все системы энергоснабжения.

Для иллюстрации рассмотрим несколько подробнее функциональную структуру АСУЭ, предназначенной для металлургического завода (рис. 1).

Здесь отражены как основные задачи, решаемые АСУЭ, так и технологические особенности энергоснабжения, включая существующую на заводе систему организации отдельных энергоцехов, подчиняющихся службе главного энергетика завода.

В основу построения АСУЭ положен иерархичный принцип, существо которого заключается в том, что вся система -разбивается на отдельные подсистемы, или уровни управления.

3 уровень — подсистема автоматического управления отдельными установками. Основные функции этой подсистемы: релейная защита, автоматика безопасности; различные блокировки и локальная автоматика; системы автоматического регулирования отдельных параметров на установках; измерение различных параметров в целях обеспечения работы местных автоматических систем и передача результатов измерений в более высокие по иерархии уровни системы управления.
Технической базой системы является аппаратура, расположенная на отдельных контролируемых объектах (подстанциях, насосных станциях, котельных, компрессорных и т. п.). Здесь необходимо отметить, что объем автоматизации отдельных объектов должен быть таким, чтобы обеспечить возможность их работы без постоянного дежурного персонала.
Необходимый объем автоматизации, который наряду с устройствами сигнализации и контрольно-измерительными приборами составляет первый уровень АСУЭ, зависит от технологического оборудования и особенностей работы энергообъектов.

2 уровень — оперативно-информационная подсистема. Эта подсистема должна обеспечить: диспетчерское (оперативное) управление; обнаружение и сигнализацию неисправностей; воспроизведение и передачу в более высокие уровни по иерархии системы информации, поступающей из первого уровня; расчет оперативных технико-экономических показателей (ТЭП).

Оборудование для функционирования этой подсистемы располагается на диспетчерских пунктах отдельных энергоцехов.

3 уровень — учетно-расчетная подсистема. Эта подсистема является общей для всего энергохозяйства завода; в ее функции входят: расчет ТЭП (составление энергетических балансов, расчет удельных расходов и пр.); планирование, организация труда; воспроизведение и передача информации в АСУП завода и на четвертый уровень АСУЭ.


Рис. 1. Структурная схема АСУЭ металлургического завода.

4 уровень — подсистема оптимального управления. Основной функцией этой подсистемы является оптимизация работы технологических объектов. В пределах всего энергохозяйства завода на эту подсистему возлагается: координация работы отдельных подсистем оперативного (диспетчерского) управления; управление материально-техническим снабжением; управление ремонтным обслуживанием.

Выполнение всех перечисленных функций, возлагаемых на АСУЭ, может быть обеспечено только применением ЭВМ. При этом часть расчетов должна выполняться на ЭВМ более высокого уровня — АСУП всего завода, расположенных на вычислительном центре (ВЦ). Как следствие, предусматривается связь между ЭВМ АСУЭ и АСУП завода.

Приведенный пример характерен для крупных промышленных предприятий с разнообразным и широко развитым энергохозяйством. Для тех предприятий, где необходима обработка сравнительно небольшого объема информации по энергохозяйству, необязательно применение отдельных ЭВМ. Здесь может быть достаточно применения ЭВМ, предназначенной для АСУП.

Наряду с ЭВМ, для АСУЭ необходимо применение другой современной техники, предназначенной для измерений текущих и интегральных значений параметров, передачи и воспроизведения информации. Сюда в первую очередь относятся: датчики и приборы аналоговой и частотной ветвей государственной системы приборов (ГСП), устройства телемеханики, секционные мозаичные диспетчерские щиты и пульты, устройства воспроизведений информации на электронно-лучевых трубках (дисплеи), устройства записи и считывания информации на печатных машинках, магнитных лентах и перфолентах, перфокартах и т. п.

Принципы построения и задачи, решаемые АСУЭ. Энергетическое хозяйство промышленного предприятия можно рассматривать как совокупность различных технологических процессов, объединенных решением единой задачи бесперебойного снабжения потребителей различными видами энергии требуемого качества, а также экономию расходования энергетических ресурсов и уменьшения потерь, возникающих в процессе передачи и преобразования энергии.

При создании АСУЭ центр тяжести переносится из области стабилизации основных энергетических параметров и автоматизации повторяющихся операций в область решения задач оптимального управления, т.е. автоматического выбора и реализации последовательности операций наилучшего варианта управления соответствующей энергетической системой в конкретных условиях эксплуатации.

Наряду с задачами оптимального управления технологическими процессами в АСУЭ производится также решение задач, связанных со сбором и обработкой информации, требуемой для составления энергетических балансов, расчета различных технико-экономических показателей и т. п.

Таким образом, наряду с решением задач, являющихся типичными для АСУ ТП, на АСУЭ возлагается также выполнение некоторых функций, присущих АСУП.

Автоматизированные системы управления, объединяющие решение административно-организационных вопросов (учет, планирование, оперативное управление и др.) и непосредственное управление технологическими процессами (автоматическое регулирование по оптимальному параметру, оптимизация технологического режима и пр.), называют интегрированными или *организационно-технологическими* (АСУ ОТ). АСУЭ по выполняемым ею функциям является интегрированной организационно-технологической системой.

Под отдельной задачей АСУЭ понимают операцию, выполняемую с помощью технических средств и программного обеспечения, в результате решения которой формируется отчетный документ (протокол), одно или серия однотипных сообщений обслуживающему персоналу, одна или серия однотипных управляющих команд, например: формирование бланка с отчетом о потреблении активной электроэнергии всеми цехами предприятия; вывод на дисплей сообщений о состоянии энергообъектов; формирование документа с планом выработки и потребления какого-либо энергоносителя; выдача команды на передачу на пункт управления телеизмерения; формирование массива информации, используемой для решения отдельных задач, и т. д.

Отдельной функцией АСУЭ является совокупность задач, направленных на достижение общей цели управления и объединенных едиными критериями управления и ограничениями. Так, например, функция учета электроэнергии может состоять из задач: учета активной электроэнергии, потребляемой предприятием; учета реактивной электроэнергии, потребляемой предприятием; расчета коэффициента мощности.

Для каждой функции управления должны быть определены:

*цель управления, вырабатываемые управляющие воздействия (принимаемые решения) и связи с другими задачами. При формулировании целей управления следует учитывать влияние решений, принимаемых при реализации данной функции, на общую цель управления и на решения, принимаемые при реализации взаимосвязанных с ней функций.*

В табл. 1.1 в качестве примера приведен перечень основных функций и комплексов задач оперативного управления, контроля и учета, реализуемых в подсистеме электроснабжения АСУЭ.

*Таблица 1.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование функции или комплекса задач | Периодичность | Основные показатели | Устройства представления информации |
| входные | выходные |
| 1 | Контроль и регистрация положения коммутационных аппаратов | Спорадически | Массив значений ТС | Протокол, отражающий фактическое положение оборудования | *МЩ, ДИС,УПч* |
| 2 | Контроль, сигнализация и регистрация предупреждающих и аварийных сигналов, поступающих с контролируемых объектов | Спорадически | Массив значений аварийных и предупреждающих те | Протокол, отражающий появление аварийных и предупреждающих сигналов | То же |
| 3 | Контроль текущих значений параметров системы электроснабжения, автоматическая регистрация и сигнализация отклонений основных параметров от нормы | Периодически, спорадически | Массив значений ТИТ | Протокол значений ТИТ | То же |
| 4 | Контроль 30-минутного максимума электрической нагрузки | Постоянно в периоды максимума энергосистемы | Массивы значений ТИТ и ТС | Протокол значений активной нагрузки в периоды максимума | *ДИС, УПч* |
| 5 | Контроль нагрузки основных трансформаторов | Периодически 1 раз в 15 минут | Значения активной мощности | Отчет о нагрузке основных трансформаторов | То же |
| б | Визуальное представление и регистрация телесигналов о переключениях электрооборудования | Спорадически | Массив значений те | Протокол переключения электрооборудования | Тоже |
| 7 | Представление по запросу оперативного персонала информации о текущих значениях параметров системы электроснабжения | Периодически по запросу | Массив значений ТИТ | Протоколы значений текущих параметров | То же |
| 8 | Воспроизведение на дисплее мнемосхем подстанций с наложением на них текущей динамической информации | Спорадически и по запросу | Массивы записи мнемосхем и значений ТС, ТИТ, ТИИ | Мнемосхемы подстанций с динамической информацией | *ДИС* |
| 9 | Ретрансляция данных с МПУ на ЦПУ с регистрацией переданных значений | Спорадически и периодически | Массивы информации с МПУ | Массивы информации на ЦПУ | *ДИС, УПч* |
| 10 | Составление бланков переключений на шинах высокого напряжения на подстанциях со сборными секциями шин | По запросу | Последовательность выполнения операций при переключениях | Бланк переключений | То же |
| 11 | Выдача рекомендаций по составу работающих трансформаторов с целью улучшения использования их мощности | По запросу | Значения нагрузки трансформаторов | Рекомендации | То же |
| 12 | Учет активной и реактивной энергии, потребляемой предприятием в целом и отдельными его подразделениями (цехами, корпусами и т. п.) | Периодически за различные интервалы времени (смена, сутки, месяц) | Массив значений ТИИ (в соответствии с перечнем потребителей энергии) | Отчет | *ДИС, УПч* |
| 13 | Расчет коэффициента мощности (tg (p) для предприятия в целом и для отдельных его подразделений | Периодически •за различные интервалы времени (смена, сутки, месяц) | Массив значений ТИИ (в соответствии с перечнем потребителей энергии) | Отчет | То же |
| 14 | Учет количества срабатываний (рабочих и аварийных) высоковольтных включателей | Постоянно | Массив значений ТС | Отчет периодически 1 раз в месяц | То же |
| 15 | Учет времени работы основных трансформаторе в | Постоянно | То же | Отчет периодически 1 раз в месяц | То же |
| 16 | Оптимизация распределения реактивной мощности в электрической сети предприятия | Периодически | Массив значений ТИТ | Рекомендации | Тоже |
| 17 | Оперативное управление коммутационными аппаратами | Спорадически | Массив значений ТУ | Протокол операций ТУ | МЩ,*ДИС,УПч* |
| 18 | Расчет удельных расходов электроэнергии по энергетическим и технологическим цехам | Периодически 1 раз в смену | Массив значений ТИИ | Отчет | *ДИС, УПч* |

Примечание. *ТС — телесигнал; ТИТ — телеизмерения текущие; ТИИ — телеизмерения интегральные;ТУ — телеуправление ;МЩ - мнемощит; ДИС-дисплей; УПч – устройство печати*.