

Рабочая группа “АСУТП на подстанциях”

Принципы создания АСУТП  
на подстанциях ЕНЭС

Москва, 2003 г.

## Содержание

Введение .....	3
1. Актуальность проблемы.....	4
2. Цели и задачи АСУТП на подстанциях ЕНЭС .....	4
3. Типовая структура АСУТП ПС .....	6
4. Архитектура АСУТП ПС .....	6
5. Подсистемы АСУТП ПС и состав задач технологического управления по подсистемам ...	7
6. Общие технические требования к АСУТП ПС .....	10
7. Требования к видам обеспечения.....	13
8. Требования к стандартизации и унификации .....	15
9. Требования к первичной технологической информации.....	16
10. Характеристика точек сбора данных и исполнительных механизмов .....	18
11. Требования к организации информационного обмена АСУТП ПС с системами автоматики подстанции и внешними подсистемами .....	21
12. Требования к условиям эксплуатации и защита от внешних воздействий.....	22
13. Требования к надежности системы.....	23
14. Требования по диагностике, ремонту и обслуживанию комплекса технических и программных средств АСУТП ПС.....	23
15. Обеспечение информационной безопасности.....	24
16. Требования к подстанции как объекту автоматизации.....	25
17. Предпроектное обследование подстанции .....	26
Принятые термины, определения и сокращения .....	27

## Введение

Настоящий документ определяет основные принципы построения АСУ технологическими процессами на подстанциях (АСУТП ПС) ЕНЭС с учетом специфики отечественных электроэнергетических объектов и современного уровня развития средств промышленной автоматизации.

Интегрированная АСУТП ПС - это многоуровневая иерархическая система управления, включающая в свой состав совокупность технических и программных средств и каналов связи, обеспечивающих комплексное автоматическое и автоматизированное управление всеми технологическими процессами в пределах одной подстанции, а также возможность дистанционного управления одной или группой подстанций с удаленного диспетчерского пункта.

Выбор архитектуры АСУТП существенным образом определяется техническими требованиями объекта автоматизации. В связи с этим документ охватывает типовые технические требования как к основным техническим характеристикам АСУТП ПС, вытекающим из специфики технологических процессов объекта управления, так и к необходимым для их обеспечения средствам автоматизации.

Документ регламентирует основные технические решения по созданию АСУТП высоковольтных подстанций с напряжением 220 кВ и выше с локальными и кустовыми пунктами управления и диспетчеризации (соответственно для обслуживаемых и необслуживаемых подстанций).

## **1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ**

Дальнейшее расширение реформ и внедрение рыночных отношений, в том числе в рамках ЕНЭС России, в качестве наиболее актуальной задачи ставит повышение бизнес-эффективности энергообъектов и всей энергетической системы в целом. Повышение бизнес-эффективности технологических объектов и процессов обеспечивается решением следующих проблем:

- контроль и учет параметров технологических процессов;
- обеспечение надежности и безопасности управления технологическими процессами и повышение на этой основе надежности электроснабжения потребителей;
- оптимизация управлениями технологическими процессами;
- сохранение и продление ресурса технологического оборудования;
- предотвращение аварий и ликвидация их последствий с меньшими затратами;
- экономия эксплуатационных затрат и сокращение численности обслуживающего персонала;
- снижение экономических потерь, возникающих вследствие недостаточной информационной и общей безопасности;
- снижение стоимости владения технологическим объектом.

Одним из основных решений перечисленных проблем является максимальное повышение качества и оперативности управления за счет внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами.

АСУТП на подстанциях является низовым уровнем системы управления ЕНЭС, который непосредственно связан с технологическим оборудованием. В рамках АСУТП собирается первичная информация по всем параметрам технологических процессов, решаются задачи метрологического обеспечения, выполняются процедуры прямого регулирования и дистанционного управления оборудованием, выполняются работы по сбережению ресурсов. Из этого следует, что эффективность технологических процессов, по существу обеспечивается на уровне АСУТП. Кроме того, этот уровень является источником информации для верхних уровней управленческой структуры (АСУ ПТД, АСДУ ЕЭС, АСКУЭ ОРЭ и др.) и во многом определяет эффективность управления всей энергетической системой. Поэтому задача создания АСУТП на подстанциях является весьма актуальной в рамках комплекса работ по совершенствованию и модернизации системы управления ЕНЭС России.

Назначением АСУТП ПС является комплексная автоматизация технологических процессов подстанций на базе современных аппаратно-программных средств автоматизации и телекоммуникаций с целью обеспечения максимальной эффективности решения задач передачи, преобразования и распределения электроэнергии.

## **2. Цели и задачи АСУТП на подстанциях ЕНЭС**

2.1. Создание АСУТП на подстанциях ЕНЭС имеет следующие цели:

- Повышение эффективности функционирования и управления подстанциями и всего технологического комплекса ЕНЭС в нормальных и аномальных (в том числе аварийных) режимах.
- Обеспечение требуемых качественных показателей электроэнергии и уровня обслуживания участников рынка при решении задач передачи, преобразования и распределения электроэнергии.
- Снижение уровня аварийности, снижение ущерба от аварий и сокращение сроков ликвидации аварий.

- Повышение надежности и безопасности функционирования, улучшение эксплуатационного обслуживания основного и вспомогательного технологического оборудования, а также снижение стоимости ремонтных работ.
- Создание информационной основы для построения интегрированной многоуровневой иерархической системы технологического управления АСУПТД ФСК.
- Обеспечение системной и комплексной интеграции:
  - средств РЗА и противоаварийной автоматики с системами автоматизированного управления;
  - средств сбора и передачи телеинформации, контроля и диагностики состояния основного оборудования энергообъекта и регистрации и ретроспективного анализа аварийных процессов;
  - автономных средств и систем контроля и управления с подсистемами ССПИ, а также с подсистемами сбора, обработки и представления информации об аварийных процессах;
  - информационного обеспечения и взаимодействия с АСКУЭ и другими внешними подсистемами.
- Снижение эксплуатационных расходов подстанций.
- Повышение уровня информационной и общей безопасности технологического комплекса ЕНЭС.

2.2. Цели создания программно-технического комплекса АСУПТ ПС должны быть достигнуты за счёт решения следующих задач:

- Автоматическое и оперативное дистанционное управление основным технологическим оборудованием.
- Мониторинг и контроль технологических процессов, состояния основного оборудования и качества электроэнергии, в том числе:
  - представление оператору электрических схем подстанций в динамике их изменений;
  - представление цифровых значений технологических параметров, существенных для ведения режимов;
  - регистрация и тревожная сигнализация при выходе параметров технологических процессов за допустимые пределы;
  - отображение и сигнализация изменений электрических схем, происходящих в процессе ведения технологического режима.
- Регистрация параметров, необходимых для анализа и оценки работы технологического оборудования, средств автоматизации и действий персонала, в том числе:
  - регистрация технологических событий нормального режима;
  - регистрация аварийных ситуаций и запись аварийных процессов.
- Системная интеграция с системами и средствами автоматического контроля и управления (РЗА, ПА, АСКУЭ). АСУПТ ПС должна интегрировать средства и системы автоматизации, обеспечивая как минимум, получение информации от внешних систем управления и задание для них уставок, и, как максимум, реализацию общего функционала с помощью единого программно-технического комплекса средств автоматизации.
- Мониторинг и управление специализированными подсистемами автоматического технологического управления:
  - релейная защита и автоматика;
  - локальная противоаварийная автоматика;
  - управление вспомогательными технологическими процессами.
- Регистрация параметров переходных процессов в аномальных режимах.
- Учет параметров основного технологического оборудования.
- Коммерческий и технический учёт электроэнергии и мощности.

- Генерация отчётов оперативной и учётной информации по основной и вспомогательной технологической деятельности (бланки оперативных переключений, оперативный журнал событий, отчётная документация АСКУЭ и другие виды документов по управленческим задачам).
- Мониторинг эксплуатационных параметров и диагностика состояния основного технологического оборудования.
- Мониторинг и диагностика комплекса программно-технических средств АСУТП ПС.
- Формирование и представление оперативной и отчётной информации верхним уровням АСУПТД ФСК.
- Обеспечение информационной и общей безопасности АСУТП ПС.

### **3. ТИПОВАЯ СТРУКТУРА АСУТП ПС**

АСУТП ПС строится в виде иерархической многоуровневой структуры на базе современных программно-технических средств, реализующих основные информационные и управляющие функции.

3.1. В типовой структуре АСУТП выделяются следующие уровни:

- уровень датчиков, исполнительных механизмов и аппаратов, счетчиков, микропроцессорных терминалов и других измерительных средств;
- уровень промышленных контроллеров;
- уровень центральных вычислительных ресурсов и автоматизированных рабочих мест.

3.2. Необходимо предусмотреть два режима функционирования АСУТП ПС:

- с локальным пунктом управления и диспетчеризации для обслуживаемых подстанций;
- с удаленным пунктом телеуправления для необслуживаемых подстанций.

3.3. Для необслуживаемого режима эксплуатации подстанций основные функции управления и диспетчеризации должны выноситься на более высокий уровень кустового пункта диспетчеризации и управления. При этом на каждой необслуживаемой подстанции необходимо предусмотреть размещение сокращенного состава операторских консолей с целью выполнения профилактических и наладочных работ.

3.4. Для подстанций с обслуживаемым режимом эксплуатации в составе АСУТП организуется сеть АРМ в необходимом составе. Должна быть предусмотрена связь с соответствующим кустовым пунктом управления и диспетчеризации с целью обеспечения возможности распределения функций и задач управления между локальным и кустовым пунктами управления и перехода в дальнейшем на необслуживаемый режим эксплуатации.

3.5. Региональная сеть связи АСУТП включает в себя:

- сеть каналов связи предпочтительно радиальной структуры;
- каналообразующую и маршрутизирующую аппаратуру в кустовом центре диспетчеризации и управления;
- каналообразующую и маршрутизирующую аппаратуру в составе АСУТП отдельных подстанций.

### **4. АРХИТЕКТУРА АСУТП ПС**

Архитектура АСУТП ПС, как взаимосвязь компонентов структуры системы, должна строиться с учетом следующих требований и решений:

4.1. Модульный принцип построения технических и программных средств, прикладного и технологического программного обеспечения с использованием лучших образцов отечественных и зарубежных продуктов.

4.2. Открытая масштабируемая архитектура комплекса технических средств (КТС) и программного обеспечения (ПО) на основе общепризнанных и широко используемых международных стандартов, исключая использование специальных фирменных технологий в части технических, программных и сетевых решений, не соответствующих вышеупомянутым требованиям стандартизации.

4.3. Функциональная и территориальная распределенность (децентрализация) компонентов системы, при которой выполнение функций контроля и управления отдельной единицей оборудования ПС в минимальной степени должно зависеть от состояния других компонентов системы, что существенно повышает надежность и живучесть системы.

4.4. АСУТП ПС строится на основе взаимосвязи функций автоматизации технологических процессов основного и вспомогательного оборудования, как единая интегрированная система.

4.5. АСУТП ПС должна обеспечивать согласованное функционирование и информационную интеграцию с системами релейной защиты и противоаварийной автоматики и другими системами автоматического управления (при сохранении автономности функционирования этих систем).

4.6. Комплекс задач и функций АСУТП ПС должен быть открыт для расширения в связи с необходимостью:

- модификации технологических процессов и модернизации оборудования подстанции;
- внедрения новых и перспективных информационных технологий, а также технологий управления и регулирования;
- наращивания состава и объемов обрабатываемой информации.

4.7. Архитектурные решения АСУТП ПС должны быть согласованы с архитектурой АСУПТД ФСК, которая является её верхним управленческим уровнем, в части:

- форматов информационного обмена и взаимодействия;
- нормативно-справочной информации;
- процедур информационной защиты и безопасности.

4.8. Должен обеспечиваться распределенный, децентрализованный принцип организации управления технологическими процессами в комплексе регионального куста подстанций, предусматривающий:

- обеспечение гарантированного времени реакции системы на внешние события;
- оперативное оповещение верхних уровней с минимальной задержкой в режиме «тревожного сообщения» о выходе технологических режимов за нормальные пределы и об аварийных событиях;
- регистрация значений параметров протекания аварийных процессов (построение трендов);
- обеспечение самодиагностики и режимов восстановления элементов и подсистем АСУТП на всех уровнях иерархии и во всех контурах управления;
- обеспечение информацией (по значениям параметров и событиям технологических процессов) верхних уровней управления по запросам и инициативно, по установленным расписаниям.

## **5. Подсистемы АСУТП ПС и состав задач технологического управления по подсистемам**

В АСУТП ПС выделяются следующие функциональные подсистемы:

- Подсистема оперативного и диспетчерского управления.
- Подсистема информационной поддержки и контроля систем РЗА, ПА и других специализированных систем автоматического управления/регулирования.
- Подсистема управления режимами и мониторинга параметров качества электроэнергии.

- Подсистема регистрации параметров переходных процессов в аномальных режимах.
- Подсистема коммерческого и технического учета электроэнергии.
- Подсистема мониторинга, диагностики состояния и эксплуатации основного технологического оборудования.
- Подсистема автоматизации вспомогательных технологических процессов.
- Подсистема информационного взаимодействия.
- Подсистема информационной и общей безопасности.

#### 5.1. Задачи подсистемы оперативного и диспетчерского управления:

- дистанционное управление коммутационной аппаратурой и контроль исполнения;
- контроль основного оборудования, в том числе:
  - отображение текущего состояния электрической схемы ПС и положения коммутирующей аппаратуры;
  - представление оператору цифровых значений аналоговых режимных параметров и значений дискретных сигналов, существенных для ведения режима ПС;
  - сигнализация отклонений аналоговых параметров при их выходе за нормальные и аварийные пределы с выдачей тревожных сигналов и сообщений по предаварийным и аварийным ситуациям;
  - сигнализация изменений электрических схем, происходящих в процессе ведения режима;
- регистрация параметров, необходимых для анализа работы электрооборудования, персонала и средств автоматизации, в том числе:
  - регистрация технологических событий (выход параметров режима за нормальные и аварийные пределы, переключения силового коммуникационного оборудования и т.д.);
  - регистрация средних значений параметров нормального режима;
- выдача советов и рекомендаций по аномальным ситуациям;
- выдача оперативной информации по событиям при ведении технологического процесса и ведение журнала событий;
- ведение отчетной и архивной документации по оперативному управлению.

#### 5.2. Задачи подсистемы информационной поддержки и контроля систем РЗА, ПА и других специализированных систем автоматического управления/регулирования:

- контроль и регистрация действий РЗА и ПА и анализ аномальных состояний;
- сбор и отображение данных контроля текущего состояния и самодиагностики устройств внешних систем автоматического управления;
- регистрация аварийных ситуаций и документирование действий систем и персонала ПС в предаварийных и аварийных состояниях, а также при ликвидации аварий;
- обеспечение информацией верхних уровней управления о событиях во внешних системах;
- автоматическое повторное включение ЛЭП, управление линиями передачи и вставками постоянного тока;
- аварийное включение резерва.

#### 5.3. Задачи подсистемы управления режимами и мониторинга параметров качества электроэнергии:

- мониторинг, контроль, диагностика;
- регистрация действий систем автоматики ПС, в том числе в части:
  - управления напряжением и реактивной мощностью;
  - управления составом работающих трансформаторов;
  - управления нагрузкой в утяжеленных и аварийных режимах;
- непрерывный мониторинг параметров качества электроэнергии.



Состав задач этой подсистемы зависит от уровня оснащённости подстанции современными измерительными приборами и возможности сбора первичной информации от систем автоматики.

5.4. Задачи подсистемы регистрации параметров переходных процессов в аномальных режимах:

- сбор и регистрация значений параметров аномальных режимов и сигналов дискретного срабатывания от устройств РЗА;
- формирование и ведение архивов аномальных процессов и ситуаций;
- ретроспективный анализ аномальных процессов и ситуаций.

5.5. Задачи подсистемы коммерческого и технического учёта электроэнергии:

- сбор и обработка данных коммерческого учёта электроэнергии от средств АСКУЭ;
- технический учет электроэнергии;
- расчет баланса электроэнергии подстанции.

5.6. Задачи подсистемы мониторинга, диагностики состояния и эксплуатации основного технологического оборудования:

- мониторинг, диагностика и учет ресурсов основного технологического оборудования:
  - коммутационной аппаратуры;
  - трансформаторов и устройств РПН;
  - изоляции высоковольтного оборудования;
- гибкое энергосберегающее управление системами охлаждения трансформаторов, диагностика эффективности охлаждения, состояния и ресурса электродвигателей охладителей;
- информационно-справочное обеспечение эксплуатационных работ;
- документирование профилактических и ремонтно-восстановительных работ;
- контроль выполнения операций по вводу и выводу основного оборудования в ремонт и подготовке рабочих мест ремонтных бригад.

5.7. Задачи подсистемы автоматизации вспомогательных технологических процессов:

- контроль состояния источников и сети оперативного тока;
- контроль работы воздухо-приготовительной установки и системы воздухоснабжения выключателей;
- контроль системы автоматического управления охлаждением трансформаторов;
- контроль системы автоматического пожаротушения.

5.8. Задачи подсистемы информационного взаимодействия:

- информационно-справочное обеспечение технологических и административно-хозяйственных работ;
- технологический документооборот подстанций;
- ведение базы данных и информационное обеспечение верхних уровней АСУ ПТД сетевых компаний и АСДУ ЕЭС;
- двусторонний обмен информацией с вышестоящими уровнями иерархии управления и со смежными системами управления;
- учет результатов работ и услуг по основной технологической деятельности.

5.9. Задачи подсистемы информационной и общей безопасности:

- администрирование и мониторинг защитного сетевого экрана fire wall;
- организация и мониторинг защиты информации при передаче по сетевым каналам;
- защита от несанкционированного доступа к базам данных;
- компьютерный мониторинг и управление устройствами общей безопасности промышленных объектов.

## 6. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АСУТП ПС

Комплекс программно-технических средств АСУТП ПС должен строиться на основе информационных технологий и продуктов, отвечающих общепринятым международным стандартам, и также имеющих открытую масштабируемую архитектуру, с расчётом наращивания функциональных возможностей и модернизации.

6.1. АСУТП ПС строится в виде совместимого по интерфейсам, протоколам и информационным технологиям взаимосвязанного комплекса технических и программных средств и сетевых и каналобразующих ресурсов.

АСУТП должна соответствовать общим требованиям и принципам открытости, мобильности и масштабируемости (расширяемости).

6.2. Комплекс АСУТП ПС должен иметь интегрированную систему мониторинга и самодиагностики, обеспечивающую диагностику, локализацию и определение неисправностей для основных компонентов системы.

### 6.3. Требования к техническим средствам АСУТП ПС

В состав технических средств АСУТП ПС входят:

- Датчики входной информации, исполнительные механизмы, релейные терминалы.
- Промышленные контроллеры – универсальные и специализированные.
- Вычислительные средства, в том числе серверы, рабочие и операторские станции.
- Технические средства вычислительных и промышленных сетей, в том числе коммутаторы, маршрутизаторы, каналобразующая аппаратура, канальные и кабельные сети.

6.3.1. Все технические средства, предназначенные к использованию в АСУТП ПС, должны иметь архитектурную и интерфейсную совместимость, обеспечивающую сопряжение и полную функциональную работоспособность без дополнительной доработки и работ по адаптации системы в целом.

#### 6.3.2. Требования к архитектурной платформе вычислительных средств

В части вычислительных средств предпочтение должно быть отдано Intel – архитектуре, которая имеет подавляющее распространение в мировой практике и позволяет в рамках АСУТП ПС базироваться на единой архитектурной платформе вычислительных устройств всех уровней, включая промышленные контроллеры, серверы и рабочие станции диспетчеров и операторов.

#### 6.3.3. Требования к датчикам и исполнительным механизмам:

- Уровень датчиков и исполнительных механизмов должен компоноваться преимущественно на базе микропроцессорных терминалов, включающих функции автоматических исполнительных устройств, а также источников первичной информации для верхних уровней АСУТП ПС.
- Микропроцессорные терминалы должны иметь средства самодиагностики с выдачей тревожной сигнализации и журнала событий на верхние уровни АСУТП ПС.
- Микропроцессорные терминалы для связи с верхними уровнями должны иметь выходы на стандартные цифровые каналы, предоставляющие возможность применения оптических линий связи.

#### 6.3.4. Требования к промышленным контроллерам

В состав АСУТП могут включаться:

- промышленные контроллеры универсальные, ориентированные на работу с модулями УСО со стандартным рядом сигналов ввода-вывода;
- специализированные промышленные контроллеры, предназначенные для работы в рамках определенных систем, например АСКУЭ.

6.3.4.1. Промышленные контроллеры должны иметь модульную, масштабируемую архитектуру для обеспечения наращивания функциональных возможностей.

Структурно промышленные контроллеры включают:

- Вычислительный модуль.
- Набор модулей УСО.
- Модули сопряжения с промышленными сетями.
- Операционную систему.
- Пакет программ технологического управления.
- Инструментальный пакет программ для развития и модернизации технологических задач.
- Пакет диагностических программ, включая программы самодиагностики и диагностики управляемой периферии.

6.3.4.2. Для сетевого сопряжения с устройствами смежных уровней АСУТП промышленные контроллеры должны иметь технические и программные средства для обмена информацией (в том числе и по оптоволоконным каналам связи) на основе протоколов, удовлетворяющих стандартам локальных промышленных сетей (Profibus, Modbus, Canbus и др.) и технологии Ethernet.

6.3.4.3. Для сопряжения с датчиками и исполнительными аппаратами неинтеллектуального исполнения должны использоваться линии связи, специализированные для стандартного ряда сигналов УСО.

6.3.4.4. Для обеспечения требуемого уровня надежности промышленные контроллеры должны использовать схемы резервирования, а также специальное промышленное исполнение.

### 6.3.5. Требования к центральным вычислительным ресурсам

В состав центральных вычислительных ресурсов должны входить:

- Серверы.
- Рабочие станции.
- Сетевое оборудование, включая:
  - маршрутизаторы;
  - коммутаторы и концентраторы локальной сети;
  - каналообразующую аппаратуру.

Программное обеспечение центральных вычислительных ресурсов включает:

- Операционные системы серверов и рабочих станций.
- Системы управления базами данных.
- Среду функционирования и разработки технологических задач управления (SCADA-системы).
- Комплекс технологических задач управления.
- Пакет программ мониторинга и диагностики комплекса технических и программных средств АСУТП ПС.

#### 6.3.5.1. Требования к техническому обеспечению

Технические средства центральных вычислительных ресурсов в целом и в части отдельных компонентов должны удовлетворять следующим требованиям:

- модульный принцип построения и открытая архитектура на основе международных стандартов, обеспечивающие модернизацию и развитие функциональных возможностей;
- использование в качестве серверов и рабочих станций IBM PC совместимых компьютеров;
- серверы должны иметь резервируемую схему функционирования с резервным хранением информации и автоматическим переключением на резерв;

- локальная сеть подстанции, охватывающая серверы и рабочие станции, должна быть построена на основе технологии Ethernet с оптическими каналами связи и предусматривать режим резервирования;
- центральные вычислительные ресурсы должны включать систему диагностики и мониторинга с возможностью доступа к функциям диагностики локально, а также дистанционно с кустового пункта диспетчеризации и управления;
- сетевые средства центральных вычислительных ресурсов должны обеспечивать связь с кустовым пунктом управления за счет использования основного цифрового канала емкостью E1 (2,048 Мбит/с) и резервного канала, организованного по выделенной или коммутируемой телефонной линии связи.

#### 6.3.5.2. Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение уровня центральных вычислительных ресурсов в целом и в части отдельных компонентов должно удовлетворять следующим требованиям и принципам построения:

- Модульный принцип построения и открытая архитектура.
- Программные средства уровня центральных вычислительных ресурсов должны обеспечивать:
  - надёжное функционирование задач технологического управления;
  - возможность развития и модификации технологических задач управления;
  - непрерывный контроль достоверности получаемых данных;
  - создание и ведение базы данных для локального использования, а также для нужд верхних уровней управления;
  - обеспечение внутреннего документооборота и представления оперативной информации персоналу;
  - реализацию протоколов функционирования локальной вычислительной сети подстанции;
  - реализацию протоколов дальней связи с кустовым пунктом управления и другими верхними уровнями;
  - самодиагностику, а также диагностику промышленных контроллеров, релейных терминалов и основного технологического оборудования;
  - функционирование систем информационной и общей безопасности.
- Программные средства данного уровня должны включать соответствующих агентов для удаленной диагностики на уровне кустового центра управления.
- Программные средства уровня центральных вычислительных ресурсов должны удовлетворять следующим требованиям:
  - надежность и стабильность работы, т. е. обеспечение безостановочной работы приложений;
  - масштабируемость, т.е. возможность наращивания производительности в условиях непредсказуемого изменения нагрузки на серверы системы;
  - организация межсетевых экранов;
  - многопользовательская архитектура;
  - возможность удаленного администрирования;
  - возможности разделения ресурсов и их квотирования;
  - возможность реализации технологий «клиент-сервер»;
  - наличие встроенной системы защиты данных;
  - встроенные средства поддержания целостности данных, ссылок и механизма транзакций;
  - наличие средств резервирования и восстановления;
  - наличие механизмов репликации данных;
  - наличие удобных и эффективных средств настройки, мониторинга и оптимизации баз данных.

## 7. ТРЕБОВАНИЯ К ВИДАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 7.1. Требования к математическому обеспечению

Состав математического обеспечения должен поддерживать выполнение всех функций АСУТП ПС, реализуемых с помощью программных средств.

Математическое обеспечение должно включать в себя следующие компоненты:

- Алгоритмы обработки информации при формировании оперативной информации для диспетчерского персонала, а также учетной информации для собственных нужд и для представления верхним уровням иерархии.
- Алгоритмы сбора и предварительной обработки информации АСКУЭ.
- Алгоритмы оценки достоверности информации.
- Алгоритмы оптимизации режимов управления основным технологическим процессом подстанции.
- Алгоритмы анализа аварийных режимов и выдачи рекомендаций по устранению.
- Алгоритмы защиты информации от несанкционированного доступа.

### 7.2. Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение АСУТП ПС представляет собой систему организации по виду, формам, форматам, способам сбора, хранения и представления информационных объектов, находящихся в информационном пространстве АСУТП ПС в процессе функционирования системы.

#### 7.2.1. К числу основных информационных объектов АСУТП ПС относятся:

- Данные по нормальным режимам функционирования подстанции.
- Данные по аномальным режимам.
- Данные по параметрам качества электроэнергии.
- Данные коммерческого и технического учета электроэнергии.
- Данные по параметрам функционирования вспомогательных технологических подсистем.
- Данные по функционированию систем автоматического управления (управление напряжением и реактивной мощностью, управление составом работающих трансформаторов, управление нагрузкой в утяжелённых режимах и т.д.).
- Параметры настройки РЗА, ПА и других специализированных систем автоматического управления.
- Данные по эксплуатации основного технологического оборудования, включая информацию по состоянию оборудования и ресурсу.

#### 7.2.2. Информационное обеспечение АСУТП ПС должно включать:

- нормативно-справочную базу;
- систему организации кодирования, форм и форматов обрабатываемой информации;
- данные о точках учета первичной информации;
- систему организации оперативного и учетного документооборота.

7.2.3. Форма, виды представления, а также сроки хранения информационных объектов АСУТП ПС должны быть взаимоувязаны и согласованы с верхними уровнями иерархии.

7.2.4. Основой информационной целостности комплекса АСУТП ПС, функционирующего в рамках ЕНЭС, должна являться единая система используемых классификаторов и справочной информации.

### 7.3. Общие требования к программному обеспечению:

- Открытость и масштабируемость.
- Программная совместимость и мобильность программных средств.

- Надежность и отказоустойчивость. Система должна быть защищена как от внутренних, так и от внешних ошибок, сбоев и отказов. Ее действия должны быть всегда предсказуемыми, а приложения не должны быть в состоянии нанести вред операционной системе.
- Прикладное программное обеспечение должно удовлетворять следующим требованиям:
  - совместимость обновлений (совместимость новых версий с существующими);
  - базирование на архитектуре «многоуровневый клиент-сервер»;
  - использование в распределенных приложениях при работе с системами верхних уровней Web-технологий сетей Internet/Intranet;
  - обеспечение санкционированного доступа к информации в соответствии с ролевым описанием пользователей системы.

#### 7.4. Требования к метрологическому обеспечению

При разработке АСУТП ПС должны быть определены требования к метрологическим характеристикам измерительных каналов, а также установлен вид и порядок метрологической аттестации АСУТП.

7.4.1. К работе в составе измерительных каналов АСУТП должны допускаться только те средства измерений, которые прошли проверку на соответствие действующей нормативно-технической документации.

7.4.2. Метрологические характеристики АСУТП должны нормироваться для каждого измерительного канала (ИК). Для отдельного ИК в целом должна нормироваться суммарная погрешность измерения. Заданная точность ИК определяется расчетным путем по метрологическим характеристикам его звеньев. Способы выражения точности измерений и формы их представления определяются назначением измерений, характером использования результатов измерений и регламентируются соответствующими методиками выполнения измерений.

7.4.3. Выбор класса точности используемых датчиков и измерительных приборов должен осуществляться при проектировании подсистем АСУТП в зависимости от назначения измерений. В целом точность измерений должна соответствовать требованиям РД 34.11.321-96, а в части подсистемы АСКУЭ - РД 34.11.114-98, РД 34.11.333-97.

7.4.4. На этапе ввода АСУТП ПС в опытную эксплуатацию производится метрологическая аттестация системы в целом и ее отдельных подсистем. Метрологическая аттестация осуществляется по специальной программе, разрабатываемой на стадии рабочего проектирования.

В процессе эксплуатации АСУТП ПС все измерительные каналы должны подвергаться регулярной метрологической поверке по графику, составленному в соответствии с действующими нормативными документами

7.4.5. АСУТП должна оснащаться вспомогательными средствами измерений, служащими для наладки, поверки и градуировки ИК и их звеньев.

7.4.6. В рамках Подсистемы эксплуатации должна быть предусмотрена задача учета и ведения журналов метрологии и калибровки.

#### 7.5. Требования к организационному обеспечению и персоналу

Организационное обеспечение предназначено для координации деятельности структур АСУТП ПС; определяет функции, права, обязанности и ответственность должностных лиц, специалистов, а также подразделений подстанции для обеспечения согласованности их деятельности в процессе функционирования системы управления.

7.5.1. Организационное обеспечение АСУТП должно быть достаточным для эффективного выполнения персоналом АСУТП возложенных на него обязанностей при осуществлении автоматизированных и связанных с ним неавтоматизированных функций системы.

7.5.2. Организационная структура должна поддерживать выполнение всех функций АСУТП с учетом их распределения по уровням управления.

7.5.3. Требования к распределению обязанностей среди оперативного персонала:

- Инструкции организационного обеспечения АСУТП должны определять действия персонала АСУТП, необходимые для выполнения каждой автоматизированной функции, во всех режимах функционирования АСУТП, с учетом заданных требований по безошибочности и быстрдействию реализации персоналом АСУТП своих функциональных обязанностей, а также содержать конкретные указания о действиях в случае возникновения аварийных ситуаций или нарушении нормальных условий функционирования АСУТП.
- По каждой автоматизируемой функции, которая выполняется во взаимодействии АСУТП с другими системами, инструкции персоналу АСУТП и внешних систем должны быть взаимосвязаны для всех режимов выполнения данной функции и содержать указания о действиях персонала при отказах технических средств АСУТП.
- Организационное обеспечение предполагает создание и функционирование структурных подразделений, обеспечивающих внедрение и эксплуатацию АСУТП ПС.

7.5.4. Организационное обеспечение АСУТП ПС должно обеспечивать создание автоматизированных рабочих мест на подстанциях без изменения сложившихся организационных взаимосвязей и структур.

7.5.5. Создание автоматизированных рабочих мест на подстанциях должно предусматривать обеспечение работников необходимыми технологическими инструкциями и дополнениями к должностным инструкциям, а также получение права работы на технических средствах АСУТП ПС.

7.5.6. На подстанциях должно предусматриваться создание группы или подразделения, обеспечивающего нормальное функционирование АСУТП ПС, в составе которого должна быть введена должность «Администратора системы», осуществляющего функции администрирования и управления.

7.5.7. Автоматический и автоматизированный сбор данных должен производиться по установленному для АСУТП регламенту.

7.5.8. Требования к персоналу:

- Персонал АСУТП ПС должен быть подготовлен к выполнению своих должностных обязанностей по соответствующим программам, а также в соответствии с инструкциями организационного обеспечения.
- Для каждого лица, входящего в состав персонала АСУТП ПС, должны быть разработаны инструкции по выполнению работ на рабочем месте, а также инструкции действия персонала при устранении аварий и обеспечения непрерывного функционирования системы. Для вновь создаваемых систем данные документы должны быть разработаны и утверждены на этапе опытной эксплуатации.

## **8. ТРЕБОВАНИЯ К СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ**

Решения по стандартизации и унификации должны быть направлены на создание максимально эффективной системы, нацеленной на перспективу и включающей в себя наиболее передовые информационные технологии, получающие распространение в международной практике. Необходимо опираться на международные стандарты, обеспечивающие максимальную открытость системы и представляющие возможности использования лучших мировых образцов технических средств и программных продуктов, исключая использование устаревших, неактуальных стандартов, которые могут снизить технический уровень системы и сдерживать развитие.

8.1. Пакет стандартов, необходимый для проекта АСУТП ПС, должен обеспечивать:

- Физическую связь и информационное взаимодействие с датчиками, исполнительными аппаратами, счетчиками электрической энергии и релейными терминалами, необходимыми для автоматизации технологических процессов подстанции ЕНЭС.
- Взаимодействие АСУТП ПС на логическом и информационном уровнях с системами автоматики и регулирования подстанции в рамках решения задач технологического управления.
- Взаимодействие на физическом, логическом и программном уровнях в рамках локальной вычислительной сети подстанции компонентов АСУТП, включая промышленные контроллеры, центральные вычислительные ресурсы, рабочие станции диспетчеров, операторов и другого персонала.
- Взаимодействие АСУТП ПС на канальном, программном и информационном уровнях с районным пунктом управления подстанциями, а также с другими системами верхнего уровня ЕНЭС.

8.2. Интерфейсы, программно-технические решения и информационное обеспечение АСУТП ПС должны предусматривать возможность расширения системы в случае развития или реконструкции объекта управления.

8.3. Должен быть разработан профиль стандартов АСУТП ПС, обеспечивающий реализацию требований к системе в плане стандартизации и унификации, а также необходимый уровень и конкурентоспособность.

## **9. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРВИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Первичная технологическая информация, получаемая автоматически от датчиков и терминалов, должна быть достаточной по объему, содержанию, точности и достоверности для обеспечения функционирования всех подсистем АСУТП.

9.1. В соответствии с функциями назначения АСУТП ПС источники первичной технологической информации делятся на следующие основные группы:

- аналоговая информация установившегося режима главной схемы подстанции;
- дискретная информация о состоянии коммутационных аппаратов главной схемы;
- аналоговая и дискретная информация о состоянии и режимах технологического оборудования;
- аналоговая информация об аварийных процессах в главной схеме подстанции;
- дискретная информация о работе устройств релейной защиты, автоматики и противоаварийной автоматики в аварийных процессах;
- дискретные сигналы системы предупредительно-аварийной сигнализации;
- аналоговая и дискретная информация о режимах вспомогательных систем и оборудования подстанции (системы сжатого воздуха, электролизерные, маслосистемы, источники постоянного тока, собственные нужды и т.п.).

9.2. Требования к точности привязки по времени.

9.2.1. Вся первичная технологическая информация должна привязываться к единой системе времени, независимо от источника информации, как правило, в момент съема информации.

9.2.2. Вся аналоговая и дискретная информация нормального режима работы подстанции должна быть привязана к единому времени, независимо от источника информации, с точностью не хуже 10 мс, а аварийного режима – не хуже 1 мс.

9.2.3. Частота опроса аналоговой информации в микропроцессорных устройствах нижнего уровня (РЗА, ОМП, ПА и др.) определяется техническими условиями на конкретные устройства. При выборе устройств для вновь строящихся объектов предпочтение должно отдаваться устройствам с более высокой частотой опроса и длительностью осциллограмм.



9.2.4. В штатных регистраторах событий, как правило, не должно быть ограничений на длительность осциллограмм. В микропроцессорных устройствах длительность осциллограмм должна быть не менее длительности цикла работы регистратора событий данного типа.

9.3. Требования к точности первичных датчиков и нормирующих преобразователей:

Точность первичных датчиков должна соответствовать требованиям ПУЭ.

- Систематические погрешности измерительных трансформаторов должны быть скомпенсированы в измерительных приборах.
- Точность датчиков контроля технологического оборудования должна быть согласована с требованиями технических условий на данное оборудование.

Точность нормирующих преобразователей должна соответствовать требованиям функций назначения АСУТП ПС и быть согласованной с точностью первичных датчиков.

9.4. В АСУТП ПС должен обеспечиваться непрерывный контроль достоверности первичной технологической информации. Контроль достоверности должен быть организован по иерархическому принципу в соответствии с принятой структурой АСУТП ПС:

- На нижнем уровне (уровне присоединений) контроль достоверности должен осуществляться по принципу контроля предельно допустимых уставок для каждого вводимого параметра и контроля выполнения простых электрических соотношений для присоединения.
- На уровне ОРУ и на уровне подстанции в целом контроль достоверности информации осуществляется за счет контроля балансов мощности и электроэнергии специальными программами достоверизации. Программы достоверизации должны обеспечивать непрерывный контроль точности измерительных каналов и при превышении в каком-либо канале максимально допустимой погрешности выдавать соответствующий сигнал.

9.5. Общие требования к системе сбора информации о режимных параметрах:

- Размещение датчиков нормальных и аварийных режимов должно охватывать все присоединения 35 кВ и выше, вводы 6-10 кВ трансформаторов и автотрансформаторов, собственные и хозяйственные нужды и отдельные фидеры потребителей, обеспечивая наблюдаемость района.
- Необходимо стремиться к максимальному приближению вторичных датчиков к первичным, что повышает надежность и достоверность ввода информации, повышает точность, ведет к уменьшению сечения и длин кабелей. Кроме того, в отдельных случаях может оказаться целесообразной разумная децентрализация – т.е. вынесение вторичных датчиков и средств ввода информации в АСУТП непосредственно к силовому электрооборудованию и создание таким образом отдельных подсистем, интегрируемых затем в АСУТП подстанции через стандартные цифровые интерфейсы. В этом случае большая часть информации обрабатывается непосредственно в месте появления (контроль превышения уставок, присвоение сигналам меток времени и др.).
- Общей особенностью систем сбора данных в АСУТП подстанций являются повышенные требования к электромагнитной совместимости датчиков, линий связи и собственно к средствам ввода информации в АСУТП.
- Вся информация об аномальных режимах, независимо от источников, должна быть привязана к системе единого времени и к единой базе данных аварийной информации.

9.6. Требования к достоверизации входной информации о режимных параметрах:

- На основе анализа результатов оценки соответствия данных комплексу критериев достоверности должна производиться результирующая оценка достоверности. В качестве результирующей оценки достоверности предлагается использовать три статуса достоверности, присваиваемые каждой единице данных:

- достоверно;
- сомнительная достоверность;
- недостоверно.
- Оценка соответствия критериям и расчет результирующей оценки должны производиться по специальным методикам, аттестованным в установленном порядке.
- В случае несоответствия данных хотя бы одному критерию достоверности система должна выдать соответствующие текстовые сообщения и делать соответствующие записи в журнале событий.
- В случае признания недостоверности данных следует обеспечить возможность их замещения на вычисляемые или вводимые оператором.
- В случаях сомнительной достоверности, требуется осуществить проверку измерительного канала и документально зафиксировать результаты проверки в установленном порядке.

## 10. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОЧЕК СБОРА ДАННЫХ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Переход к технологии малообслуживаемых и необслуживаемых подстанций определяет дополнительные требования как к средствам сбора данных, так и к исполнительным механизмам.

Все собираемые данные можно подразделить на несколько категорий:

- физические аналоговые и дискретные сигналы, поступающие непосредственно с электрооборудования;
- вычисляемые (виртуальные) сигналы, формируемые внутри микропроцессорных устройств сбора и обработки данных.

Основными первичными датчиками аналоговых сигналов являются измерительные трансформаторы тока и напряжения. Стандартным выходом ТН и ТТ являются сигналы  $\sim 0 \dots 100$  В ( $0 \dots 1$  А или  $0 \dots 5$  А), которые поступают в устройства связи с объектом (УСО), непосредственно осуществляющие ввод информации в АСУТП.

Под исполнительными механизмами в АСУТП понимается комплекс средств, обеспечивающих управление силовым электрооборудованием и устройствами вторичной коммутации на подстанции. Для управления силовым электрооборудованием обязательно должны быть предусмотрены дистанционно управляемые электроприводы.

### 10.1. Сбор дискретной информации от объекта управления

Сбор дискретной информации от объекта управления осуществляется, как правило, потенциальными «сухими» контактами.

Виды дискретных сигналов:

- сигналы состояния силового электрооборудования:
  - о положении выключателей;
  - о положении разъединителей и заземляющих ножей;
  - о положении РПН трансформаторов;
  - о положении плунжера ДГК;
  - о переносных заземлениях (с АРМ оперативного персонала - виртуально);
- сигналы состояния традиционных (не микропроцессорных) средств РЗА и ПА;
- сигналы состояния органов оперативного управления, устройств вторичной коммутации, низковольтных коммутационных устройств (НКУ), относящихся к:
  - органам ручного управления (ключи, накладки, тест-блоки);
  - контакторам и пускателям;
  - автоматическим выключателям;
  - клапанам дуговой защиты в ячейках распределительных устройств 6-10 кВ;

- датчикам аналоговых величин (контактные термометры и др.);
- указательным реле.

#### 10.2. Первичные средства измерений электрических величин включают:

- Измерительные трансформаторы тока (имеют два варианта исполнения вторичных обмоток: kern для РЗА “10 Р” и kern для измерений “0.5” или “0.2”).
- Измерительные трансформаторы напряжения.
- Емкостные делители напряжения.
- РІN – датчики.
- Шунты.
- Оптические датчики.

#### 10.3. Вторичные средства измерений электрических величин

В качестве вторичных датчиков (преобразователей) могут использоваться как микроэлектронные (выполненные на базе аналоговых микросхем), так и микропроцессорные.

Аналоговые датчики предпочтительнее использовать с интерфейсом 4-20 мА, поскольку в этом случае достигается большая помехозащищенность, контролируется обрыв линии, для ввода информации в АСУТП возможно использование типовых УСО.

Применение микропроцессорных датчиков с аналоговым интерфейсом существенно повышает точностные характеристики измерительных каналов, появляется возможность самодиагностики и самокалибровки датчика, значительно уменьшаются нагрузки на ТН, что также повышает точность измерений. Переход на цифровой интерфейс является прогрессивным, поскольку позволяет существенно увеличить объем передаваемой информации и уменьшить погрешности при ее передаче, сократить количество контрольных кабелей и общее количество датчиков. В расчете на один измерительный канал, система с микропроцессорными датчиками обладает минимальной стоимостью. Вторичные средства измерений электрических величин включают:

- Вторичные датчики специализированные:
  - датчики для измерения основных электрических величин. Измерение токов, напряжений, мощностей, частоты осуществляется, как правило, отдельными датчиками с питанием либо от измеряемых цепей (ТН), либо от сети ~220 В;
  - датчики фазы (синхронизаторы);
  - датчики токов утечки (КИВ, УКИ);
  - датчики частичных разрядов (микротоки);
  - датчики токов подзаряда АБ;
  - счетчики количества срабатываний (ОПН, выключатели);
  - счетчики количества электроэнергии (электросчетчики);
  - датчики характеристик трансформаторного масла ( $\text{tg}\delta$ , проводимость);
  - датчики контроля замыкания на землю ( $\approx 220$  В,  $\sim 0.4$  кВ, 6-10 кВ);
  - регистраторы событий аномальных режимов;
  - датчик для определения места повреждения ВЛ (может быть как отдельным устройством, так и функцией в составе МП системе РЗА).
- Вторичные датчики многофункциональные.
  - датчики комбинированные, обеспечивающие измерение всего набора электрических величин; выдача информации осуществляется только через цифровой интерфейс;
  - датчики показателей качества электроэнергии.
- Вторичные датчики, реализованные в терминалах РЗА и ПА.

#### 10.4. Измерение технологических величин

Датчики измерений технологических параметров включают:

- Датчики положения.
- Датчики оптические.
- Датчики температуры.
- Датчики давления.
- Датчики влажности.
- Датчики химические.
- Датчики уровня.
- Прочие датчики.

#### 10.5. Измерение времени

Приемники точного астрономического времени - GPS, работающие в составе системы единого времени АСУТП, обеспечивают привязку всех событий в системе к единому астрономическому времени, что значительно упрощает анализ правильности функционирования различных задач, анализ аварийных ситуаций, контроль за действиями оперативного персонала и т.д.

#### 10.6. Исполнительные механизмы

В АСУТП ПС исполнительными механизмами являются коммутационные аппараты с электроприводом и устройством управления (схема управления выключателем, ключи ручного управления, модули УСО контроллеров АСУТП).

Управление исполнительными механизмами должно выполняться:

- с реализацией определенного набора блокировок (аналог электромагнитной блокировки управления разъединителями, технологические блокировки ручного управления выключателями);
- с непрерывным контролем исправности цепей управления приводом.

Информация о состоянии исполнительных механизмов является исходной при анализе текущего состояния и диагностики практически всего электрооборудования подстанции (расчет допустимого времени работы в аномальных режимах, определение часто и редко работающего оборудования, подсчет остаточного ресурса, контроль за деградацией характеристик и др.).

Различаются исполнительные механизмы силового электрооборудования и исполнительные механизмы вспомогательных подсистем электрооборудования.

##### 10.6.1. Исполнительные механизмы силового электрооборудования включают:

- приводы выключателей;
- приводы разъединителей;
- приводы заземляющих ножей;
- привод плунжеров ДГК;
- приводы РПН;
- устройства управления реактивной мощностью.

##### 10.6.2. Исполнительные механизмы вспомогательных подсистем электрооборудования:

- пускатели вентиляторов и маслонасосов охлаждения трансформаторов и реакторов; оптимизированное управление позволит уменьшить затраты энергии на охлаждение трансформатора и оптимизировать условия его работы;
- пускатели электрокомпрессоров для воздушных выключателей;
- контакторы для включения обогрева аппаратных шкафов выключателей;
- контакторы и клапаны управления устройствами пожаротушения трансформаторов.

## **11. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА АСУТП ПС С СИСТЕМАМИ АВТОМАТИКИ ПОДСТАНЦИИ И ВНЕШНИМИ ПОДСИСТЕМАМИ**

Типовая структура АСУТП ПС должна предусматривать мониторинг и контроль систем автоматики и регулирования подстанций, а также системные взаимодействия на уровне низового управленческого звена с системами верхнего уровня, к числу которых относятся:

- Система релейной защиты и автоматики;
- Система противоаварийной автоматики;
- Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии;
- Автоматизированная система диспетчерского управления;
- Верхние уровни АСУТП ПС (уровень кустового диспетчерского пункта, района электрических сетей, предприятия электрических сетей, энергосистемы, МЭС, СО).

Перечень является открытым и может дополняться и корректироваться на стадии разработки ТЗ по результатам предпроектного обследования подстанции.

### **11.1. Требования к информационному обмену АСУТП ПС с РЗА и ПА:**

11.1.1. Типовая структура АСУТП ПС должна предусматривать возможность стыковки с РЗА и ПА, выполненных на традиционной элементной базе (электромеханических реле) и на микропроцессорных устройствах. При стыковке с традиционными защитами должна предусматриваться возможность регистрации последовательности электрических сигналов срабатывания защит и переключения коммутационных аппаратов. Сигналы ввода в этом случае представляют собой «сухой контакт», или потенциальный сигнал стандартного уровня.

11.1.2. Информация, поступающая в АСУТП ПС от микропроцессорных защит, может быть разделена на две группы: информация нормального режима и информация аварийного режима.

11.1.2.1. В нормальных режимах в АСУТП ПС от МП РЗА передается в заданных циклах информация о режимных параметрах и о состоянии выключателей. По запросу сверху может передаваться информация об уставках, масках, положении ключей и другая вспомогательная информация, предназначенная для персонала служб РЗА.

11.1.2.2. Информация нормального режима от МП РЗА для главной схемы подстанции (сети) должна быть оценена по показателям точности и может быть использована в качестве основной или дублирующей с учетом сопоставления класса точности с предъявленными требованиями.

11.2. При выборе системы защиты для электросетевых объектов необходимо руководствоваться следующими требованиями, предъявляемыми к МП РЗА со стороны АСУ ТП ПС:

- Наличие внутренних часов реального времени, аппаратно синхронизированных с единым временем с точностью до 1 мс.
- Наличие высокоскоростного интерфейса связи с компьютером порядка 10 Мбит/с.
- Ведение ведомости событий (пуски и срабатывания всех ступеней защит) с привязкой ко времени с точностью до 1 мс.
- Возможность получать осциллограммы с дискретностью 1 мс и длительностью, охватывающей весь аварийный процесс.
- Наличие отдельных входов для измерения и защиты.

11.3. Обязательным требованием к МП РЗА является наличие открытого протокола для стыковки их с АСУТП ПС. Протокол обмена должен дополняться открытой библиотекой программ, охватывающей все модификации защит данной фирмы. Для связи АСУТП ПС с МП РЗА на последующих стадиях разработок должны быть установлен набор типовых протоколов обмена. В качестве резервного решения для связи АСУТП ПС с МП РЗА могут использоваться OPC-технологии.

11.4. Информационный обмен и взаимодействие с АСКУЭ должны базироваться на том, что интегрированная АСУТП является источником информации по учету электроэнергии на подстанции для верхних уровней АСКУЭ с соответствующим уровнем корректности, достоверности и легитимности. Виды, форматы и протоколы обмена информацией с верхними уровнями АСКУЭ должны определяться требованиями АСКУЭ верхнего уровня к источникам первичной информации, к числу которых относятся АСУТП ПС.

11.5. Информационный обмен и взаимодействия с АСДУ основывается на том, что АСУТП ПС должны быть для АСДУ ЕЭС источником информации по ходу технологических процессов на подстанции с учетом наличия традиционных средств телемеханики. Характер взаимодействия будет развиваться и уточняться по мере внедрения новых информационных технологий в управлении подстанциями и АСДУ ЕЭС.

Решение этих вопросов будет также уточняться и корректироваться по мере внедрения Единой цифровой сети связи электроэнергетики (ЕЦССЭ), предназначенной для представления современных телекоммуникационных услуг для СО, ФСК, АТС и других субъектов ЕЭС.

11.6. Информационный обмен и информационные взаимодействия с верхним уровнем управления сетевыми предприятиями должны выполняться через районный пункт диспетчеризации и управления. Базовые протоколы информационного обмена должны определяться соответствующими нормами, принятыми в ЕЦССЭ, абонентами которой будут районные пункты управления и управляющие структуры сетевых предприятий.

## **12. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЗАЩИТА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

12.1. Технические средства АСУТП ПС, находящиеся в промышленной зоне подстанции должны быть рассчитаны на круглосуточную работу без обслуживающего персонала в условиях повышенной загрязненности воздуха и значительных температурных колебаний:

- Диапазон от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ .
- По специальным требованиям от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ .
- Относительная влажность от 5 до 80 %.
- Атмосферное давление 630 – 800 мм. рт. ст.

Указанная аппаратура должна иметь безвентиляторное исполнение и сохранять работоспособность в указанных выше условиях.

12.2. Технические средства АСУТП ПС, находящиеся в помещениях персонала могут иметь общепромышленное исполнение для работы в условиях эксплуатации, предусмотренных технической документацией на устройства.

12.3. Для АСУТП ПС с необслуживаемым режимом эксплуатации рекомендуется для аппаратуры уровня центральных вычислительных ресурсов использовать специально оборудованное помещение, обеспечивающее работу вычислительных средств обычного исполнения.

12.4. Для защиты программно-технических средств АСУТП ПС от влияния внешних воздействий должны выполняться следующие требования:

- Устройства, расположенные возле источников электромагнитных и радиопомех, должны быть экранированы.
- Медные линии связи, используемые для передачи аналоговых, цифро-импульсных, кодированных сигналов, и линий межмашинной связи должны быть размещены в экранирующие оплетки, защищающие от наводок, вызванных внешним переменным или импульсным электрическим полем., Экранирующая оплетка должна быть заземлена в одной точке.
- По стойкости к климатическим и механическим факторам, электромагнитной совместимости и электрической прочности изоляции технические средства АСУ ТП должны удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТ-ов.

- По способу электропитания технические средства АСУТП должны относиться к потребителям категории 1, т.е. должны быть обеспечены непрерывным бесперебойным электропитанием во всех нормальных и аварийных режимах работы ПС.
- Укладка в один жгут цепей электропитания, слаботоковых цепей и цепей передачи информации не допускается.
- При необходимости места установки технических средств должны быть оборудованы средствами молниезащиты.
- В необходимых случаях следует предусмотреть экранирование помещений, в которых располагаются технические средства АСУТП ПС.
- Технические средства АСУТП ПС должны иметь отдельные контуры защитного заземления, организованные в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» и техническими условиями эксплуатации технических средств. Заземление должно быть автономным. Подключение к нему силового оборудования и электроприемников другого назначения не допускается.
- В помещениях для размещения микропроцессорной и вычислительной техники должна быть предусмотрена отдельная (автономная) магистраль схемного зануления.
- Технические средства должны удовлетворять нормам помехоэмиссии (индустриальным радиопомехам – ИРП) для оборудования класса А.
- Напряженность внешнего магнитного поля в местах размещения технических средств не должна превышать:
  - в длительном режиме – 300 А/м;
  - в краткосрочном режиме – 400 А/м.
- Напряженность внешнего магнитного поля в местах размещения персонала ПС в соответствии с санитарными нормами не должна превышать 5 А/м.

### **13. ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ**

13.1. Технические средства АСУТП ПС должны быть самодиагностируемыми, восстанавливаемыми и ремонтпригодными изделиями, рассчитанными на длительное функционирование.

13.2. Отказ отдельных функциональных модулей (ФМ) КТС АСУТП ПС не должен приводить к полному отказу системы и к выдаче ложных команд управления (регулирования).

13.3. В зависимости от назначения в различных ФМ КТС АСУТП ПС должны использоваться следующие основные способы обеспечения необходимой надежности и живучести системы:

- резервирование технических и программных средств;
- наличие автоматической диагностики аппаратных средств и программного обеспечения;
- защита базы данных и программного обеспечения от несанкционированного доступа и антивирусная защита.

13.4. Требования к надежности функционирования отдельных ФМ программно-технического комплекса АСУТП ПС должны удовлетворять соответствующим ГОСТ-ам.

13.5. Средняя длительность жизненного цикла АСУТП ПС должна составлять не менее 10 лет.

### **14. ТРЕБОВАНИЯ ПО ДИАГНОСТИКЕ, РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АСУТП ПС**

14.1. Все технические средства АСУТП должны эксплуатироваться в режиме круглосуточной работы без постоянного обслуживающего персонала на объекте.

14.2. Ремонтпригодность КТС АСУТП ПС должна обеспечиваться заменой поврежденного ФМ или типового элемента замены (ТЭЗ) с последующим его ремонтом в центре обслуживания. Среднее время восстановления КТС до работоспособного состояния должно быть не более 2 ч с учетом времени поиска неисправности. Состав ЗИПа согласовывается на стадии проекта.

14.3. КТС АСУТП должен иметь встроенную систему самодиагностики с целью постоянного контроля работоспособности, а также для выявления ФМ, требующего замены. Система АСУТП должна иметь в своем составе средства визуального отображения результатов тестового контроля различных ее компонентов.

14.4. В составе КТС АСУТП должны поставляться необходимые средства технического обслуживания, обеспечивающие оснащение рабочего места эксплуатационного, ремонтного персонала и программиста.

14.5. При создании системы мониторинга, диагностики и тестирования в рамках кустового центра управления, включающего подстанции с необслуживаемым режимом, должна предусматриваться распределенная система с дистанционной реализацией всех функций и глубиной обслуживания вплоть до уровня промышленных контроллеров включительно. Консоли мониторинга, диагностики и тестирования должны быть предусмотрены в кустовом центре управления, а также на подстанциях, в том числе с необслуживаемым режимом.

14.6. Должна быть предусмотрена возможность подключения мобильной консоли мониторинга и диагностики. Допускается ограничение функций в мобильном варианте.

14.7. Система мониторинга, диагностики и тестирования должна быть оснащена собственными средствами ограничения несанкционированного доступа.

## **15. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Меры по обеспечению сохранности и конфиденциальности информационных ресурсов АСУТП ПС должны проводиться в следующих направлениях:

- Мероприятия по охране и ограничению доступа к информации организационного характера.
- Мероприятия по сохранению информации и ограничению несанкционированного доступа программно-техническими методами.

15.1. Программно-технические методы информационной защиты включают в себя:

- Защита от несанкционированного доступа с целью хищения или умышленного искажения информации как со стороны внешней сети, так и изнутри .
- Антивирусная защита. Защита информации при передаче по каналам дальней связи с помощью криптографических методов.
- Восстановление работы АСУТП ПС после отказов и резервное копирование критически важных данных.
- Защита от несанкционированного внесения дополнений и изменений в рамках внутренних технологий АСУТП ПС.

15.2. Для защиты от злонамеренных воздействий со стороны внешних сетевых связей комплекс АСУТП ПС должен быть оснащен средствами защиты от внешних вторжений, в том числе граничным маршрутизатором с защитным сетевым экраном (FireWall). Граничный маршрутизатор должен быть укомплектован достаточным набором защитных опций для выполнения процедур информационной защиты, которые будут определяться для АСУТП ПС политикой информационной безопасности, принятой для всех автоматизированных систем управления ЕНЭС, включая АСДУ ЕЭС, АСКУЭ ОРЭ, АСУПТД ФСК и АСУТП ПС в том числе.



## 16. ТРЕБОВАНИЯ К ПОДСТАНЦИИ КАК ОБЪЕКТУ АВТОМАТИЗАЦИИ

Подстанции ЕНЭС как объекты автоматизации и управления делятся на следующие категории:

- Подстанции без постоянного дежурного персонала, управляемые дистанционно с других подстанций или диспетчерских пунктов сетевых районов или предприятий электрических сетей;
- Подстанции без постоянного дежурного персонала, обслуживание которых производится по вызову «дежурными на дому» или выездными обслуживающими бригадами;
- Подстанции, управляемые в одну смену в дневное время, кроме выходных и праздничных дней;
- Подстанции, управляемые постоянным дежурным персоналом.

Как объект управления, может также рассматриваться участок сети, состоящий из нескольких подстанций, соединенных линиями передачи, и находящийся под управлением одного дежурного.

16.1. Каждой категории подстанций в зависимости от роли подстанции в энергосистеме, ее напряжения, мощности и других факторов, соответствует свой объем автоматизации функций контроля и оперативного управления, который должен устанавливаться соответствующими руководящими документами. Общие требования к объемам автоматизации изложены в настоящем документе.

16.2. Внедрение интегрированных АСУТП ПС предъявляет следующие общие требования к оборудованию подстанций:

- Наличие дистанционного управления всеми аппаратами и устройствами, находящимися в ведении и управлении дежурного персонала.
- Основное силовое и вспомогательное оборудование ПС должно быть оснащено недостающими датчиками и исполнительными механизмами.
- Перед внедрением АСУТП ПС на действующих подстанциях магистральных сетей и межсистемных связей последние должны быть оборудованы устройствами отбора сигналов от традиционных электромеханических защит и коммутационных аппаратов. Внедрение информационных систем на таких подстанциях должно проводиться с учетом развития системы в полноценную АСУТП ПС в рамках программы техперевооружения и модернизации.

16.3. Внедрение интегрированных АСУТП ПС должно сопровождаться минимизацией объемов традиционной сигнализации и управления со щитов управления. Дублирование средств управления АСУТП ПС традиционными средствами (ключами, накладками, бланкерной системой сигнализации и т.п.) должно проводиться в минимальном объеме с соответствующим обоснованием. Вместо мнемосхем, сигнальных ламп, щитовых приборов должны использоваться различные современные средства вывода и отображения информации (плазменные панели, проекционные экраны и т.п.).

16.4. Управление коммутационными аппаратами на подстанции, находящейся в управлении диспетчеров разного уровня, должно быть организовано через АСУТП в соответствии с разграничением функций управления коммуникационным оборудованием между этими диспетчерами (без использования телемеханических систем).

16.5. На подстанции, подлежащей комплексной автоматизации, должны быть проведены организационно-технические мероприятия, устраняющие препятствия для внедрения АСУТП. После сдачи АСУТП ПС в промышленную эксплуатацию из должностных инструкций обслуживающего персонала должны быть скорректированы требования периодического проведения

визуальных осмотров высоковольтных аппаратов и оборудования, аудио-контроля за состоянием оборудования, контроля течей, искрений и т.п.

16.6. На автоматизируемых подстанциях должна предусматриваться замена электромеханических блокировок в КРУ и ОРУ на средства электронных блокировок через АСУТП ПС с использованием типовых логических блоков.

16.7. В функции диспетчерских служб автоматизируемых подстанций должны включаться работы по подготовке наборов алгоритмов управления (последовательности коммутационных операций) для автоматизации типовых диспетчерских операций.

16.8. В функции служб релейной защиты и автоматики автоматизируемых подстанций должны включаться работы по созданию наборов уставок и конфигураций защит для автоматической корректировки их средствами АСУТП.

## **17. ПРЕДПРОЕКТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОДСТАНЦИИ**

При проведении предпроектного обследования подстанции должен быть проведен следующий комплекс работ:

17.1. Инвентаризация основного технологического оборудования с включением данных по ресурсу и степени морального и физического износа, а также оснащением датчиками и исполнительными механизмами.

17.2. Аттестация вторичных цепей измерительных трансформаторов (ТТ и ТН).

17.3. Инвентаризация систем автоматического управления и регулирования с включением данных по функциям и алгоритмам управления и полным описанием интерфейсов сопряжения (физический, логический и программный уровень) с внешними системами.

17.4. Инвентаризация подсистем автоматизации с включением данных по комплексу технических, программных средств и сетевым технологиям, а также полным описанием интерфейсов сопряжения с внешними системами.

17.5. Описание организационной структуры подстанции, включая технологическое управление, организационное управление, службу ремонта и эксплуатации.

17.6. Описание документооборота, включая технологический и административно-хозяйственный документооборот.

17.7. Описание технологий и процедур оперативно-диспетчерского управления основным технологическим комплексом.

17.8. Документирование схем основного технологического комплекса.

17.9. Составление карт размещения с привязкой по местности объектов технологического комплекса.

17.10. Подготовка отчета по состоянию метрологического обеспечения.

17.11. Подготовка отчета по условиям электромагнитной совместимости и состоянию заземления.

17.12. Составление предварительного перечня подсистем и задач автоматизации.

## ПРИНЯТЫЕ ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

### **Автоматизированная система управления технологическими процессами подстанций (АСУТП ПС) –**

человеко-машинная система на основе комплекса средств промышленной автоматизации и телекоммуникаций, обеспечивающая комплексное автоматическое и автоматизированное управление технологическими процессами на подстанции с возможностью дистанционного управления одной или группой подстанций с удаленного диспетчерского пункта.

### **Автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ) –**

человеко-машинная система на основе комплекса технических и программных средств и средств связи, обеспечивающих сбор, передачу, обработку и отображение оперативной информации о состоянии схемы электрической сети и текущем режиме энергосистемы (энергетического объекта), а также выполнение расчетов и оптимизации режимов и возможность обмена указанной информацией.

### **Автоматизированная система коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ) –**

человеко-машинная система на основе комплекса средств автоматизации, включающая метрологически аттестованные специализированные измерительные средства, позволяющая производить в автоматизированном режиме, коммерческий учет электроэнергии, с последующей передачей, обработкой и представлением отчётной информации соответствующим службам, системам и организациям в установленном порядке. Подлежит государственному надзору и контролю.

### **Автоматизированная система управления производственно-технологической деятельностью ФСК (АСУ ПТД ФСК) –**

автоматизированная система управления предприятием, предназначенная для обеспечения эффективности управления технологическим комплексом, находящимся в собственности Федеральной сетевой компании.

### **Автоматизированное рабочее место (АРМ) –**

программно-технический комплекс автоматизированной системы, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.

### **Архитектура системы –**

набор описаний и правил, определяющих структуру системы и взаимодействие между ее частями. В настоящем документе архитектура АСУТП ПС рассматривается в контексте взаимосвязи ее логической, физической, программной и организационных структур.

### **Ethernet –**

доминирующий протокол универсальных вычислительных сетей (физический и канальный уровни), стандарт IEEE 802.3, скорости – 10 Мбит/с, 100 Мбит/с, 1000 Мбит/с, среда передачи – коаксиальный кабель, оптоволокно, медная витая пара, радиоканал.

### **Internet –**

глобальная вычислительная сеть на основе технологии межсетевого взаимодействия сетевых протоколов TCP/IP и единой системы IP-адресации для подключенных подсетей и компьютеров. Используется, главным образом, для системы электронной почты e-mail и общемировой информационной службы www.

### **Intranet –**

масштабные распределенные вычислительные сети глобального характера крупных корпораций, построенные на основе протоколов, технологий и программного обеспечения, используемого в Internet.

### **Информационная безопасность –**

обеспечивается с помощью мер защиты от несанкционированного доступа с целью хищения или повреждения информации, а также мер по предотвращению нарушения целостности информации в результате сбоев и отказов технических и программных средств.

**IP-протокол –**

протокол сетевого уровня стека протоколов TCP/IP, на основе которого построена глобальная сеть Internet. Протокол IP предназначается для адресации объектов внутри сети маршрутизации пакетов информации и гарантированной доставки пакетов по адресу назначения.

**Измерительный канал –**

совокупность соединенных между собой устройств одного присоединения, предназначенных для измерения и учета электроэнергии, и подвергающийся поверке как единый комплекс.

**Интерфейс –**

набор правил, протоколов и соглашений, определяющих сопряжение объектов автоматизированной системы между собой.

**Каналообразующая аппаратура –**

к каналообразующей аппаратуре относятся устройства, предназначенные для создания на основе кабельных линий связи (медных, оптических), а также других сред передачи информации цифровых каналов, необходимых для обмена информации между компьютерами и вычислительными сетями.

**Канал Е1 –**

стандартный цифровой канал входит в ряд каналов международного стандартного ССІТТ на систему цифровых каналов SDH (Synchronous Digital Hierarchy) – синхронная цифровая иерархия, которая принята также в России. Канал Е1 имеет скорость передачи 2,048 Мбит/с. В связи с достаточно высокой скоростью обмена и приемлемой стоимостью аренды у телекоммуникационных провайдеров широко используется для региональной связи ЛВС в рамках распределенных вычислительных систем. Широко используется также для подключения предприятий к Internet.

**«Клиент – серверная» технология –**

способ организации вычислительного процесса, при котором прикладное приложение, выполняющее определенную информационную или вычислительную задачу, имеет «серверную» и «клиентскую» части. Серверная часть размещается и используется на специальном сервере приложения, а клиентские части размещаются и используются на рабочих местах пользователей данного приложения. Позволяет наиболее эффективно использовать вычислительные и сетевые ресурсы. Имеет преимущественное применение в распределенных базах данных, а также в технологиях Internet.

**Коммерческий учёт электроэнергии –**

процесс получения данных о движении товарной продукции (электроэнергии) с учетом ее качества с целью проведения финансовых расчетов между участниками оптового рынка электроэнергии.

**Локальная вычислительная сеть (ЛВС) –**

вычислительная сеть, объединяющая с помощью высокоскоростной канальной системы компьютеры и другие вычислительные ресурсы (например, промышленные контроллеры) в пределах некоторой ограниченной территории (в данном случае подстанции). Характерные дальности передачи – от нескольких сот метров до нескольких километров и высокие скорости обмена – от 10 Мбит/с до 1000 Мбит/с. Наиболее типичные линии связи – медные кабели различного вида и оптические кабели. Логическая организация обмена информации выполняется с помощью программно реализуемых сетевых протоколов. Наиболее

распространенным в настоящее время является стек протоколов TCP/IP, используемый в Internet.

**Локальная промышленная сеть –**

ЛВС, обеспечивающая физическую и логическую связь между распределенными промышленными контроллерами, интеллектуальными измерительными преобразователями и исполнительными механизмами и их интеграцию в единую систему управления технологическим процессом. Основными требованиями к локальной промышленной сети являются простота монтажа, высокая надежность и гарантированное малое время доставки сообщений.

**Маршрутизатор –**

специализированное сетевое устройство (узел связи), предназначенное для поиска и реализации оптимального маршрута доставки информационного пакета по адресу назначения. Выполняет также ряд дополнительных функций, связанных с защитой информации от несанкционированного доступа, регулированием приоритетов передачи информационных потоков различной важности, поддержанием требуемого качества передачи информации и других.

**Мониторинг –**

непрерывное наблюдение и регистрация параметров состояния и функционирования контролируемого объекта с помощью средств автоматизации.

**Масштабируемость –**

способность обеспечивать функциональные возможности вверх и вниз по упорядоченному ряду прикладных платформ, отличающихся по быстрдействию и ресурсам.

**Надёжность АСУТП –**

комплексное свойство автоматизированной системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность автоматизированной системы выполнять свои функции в заданных режимах и условиях эксплуатации.

**Открытая система –**

система, реализующая достаточно открытые спецификации или стандарты для интерфейсов, служб и форматов, облегчающая для прикладного программного средства, созданного должным образом:

- перенос его с минимальными изменениями в широком диапазоне систем, использующих продукты от различных производителей (поставщиков);
- взаимодействия с другими приложениями, расположенными на локальных и удаленных системах;
- взаимодействие с людьми в стиле, облегчающем переносимость пользователя.

**Переносимость (мобильность) –**

степень легкости, с которой прикладные программные средства и данные могут быть перенесены с одной прикладной платформы на другую.

**Промышленный контроллер –**

управляющее вычислительное устройство на основе микропроцессорной архитектуры и развитого программного обеспечения, ориентированное на сбор, предварительную обработку и оперативное хранение первичной информации от технологического оборудования с помощью набора модулей УСО. Промышленный контроллер имеет сетевой интерфейс для подключения к различным типам промышленных сетей. Промышленные контроллеры предназначены для работы в условиях промышленного производства, характеризующихся повышенной степенью загрязнения воздуха, вибрациями, отдельными ударами, сильными электромагнитными полями, значительными температурными колебаниями. Различаются промышленные контроллеры универсального и специального исполнения.

**Релейный терминал –**

комплексное устройство на основе микропроцессорной техники, предназначенные для измерения параметров, контроля и управления технологическим объектом подстанции. Наиболее типичным представителем является терминал РЗА.

**Сетевой экран (firewall) –**

средство защиты и информационной безопасности сети, устанавливаемое на границе сети в точке сопряжения с внешним информационным каналом. Реализуется, как правило, на базе граничного маршрутизатора и других средств мониторинга и защиты от внешних вторжений.

**Системы автоматического управления и регулирования –**

комплекс средств автоматики, предназначенный для поддержания заданных режимов функционирования технологических объектов за счёт сбора информации, выработки и реализации управляющих воздействий без непосредственного участия персонала. Взаимодействие с персоналом осуществляется на уровне оповещения о выполненных действиях и задания уставок по технологическим режимам.

**Совместимость –**

способность совместной работы и обмена информацией на различных программных и аппаратных платформах.

**Технический учёт электроэнергии –**

учёт электроэнергии для контроля расхода электроэнергии внутри электроустановок субъекта рынка (в том числе и для определения технологических потерь электроэнергии в сети).

**SCADA – системы****(Supervisory for Control and Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) –**

это понятие используется в англоязычной литературе для обозначения компьютеризированных систем управления технологическими и по смыслу адекватно отечественной аббревиатуре АСУТП. В отечественной практике под SCADA-системами понимается также специализированные пакеты программ, ориентированные на создание комплекса программ технологического ПО для АСУТП. Одной из основных функций SCADA - системы является представление оператору на экране наглядной информации о ходе технологических процессов, поэтому они имеют в своём составе мощные и гибкие средства разработки, содержащие наборы графических примитивов, библиотеки типовых графических объектов, библиотеки типовых задач технологического управления, обеспечивающие эффективную разработку задач технологического управления для конкретных АСУТП на уровне настроек и визуального программирования.

**Устройство связи с объектом (УСО) –**

модульные устройства ввода-вывода, входящие в состав промышленного контроллера, обеспечивающие электрическое сопряжение и непосредственный прием сигналов от датчиков и измерительных устройств и выдачу управляющих воздействий на исполнительные механизмы и аппаратуры.

**БД** – база данных.

**ЕНЭС** – единая национальная электрическая сеть.

**ЕЦССЭ** – единая цифровая система связи электроэнергетики.

**ОРЭ** – оптовый рынок электроэнергии.

**ССПИ** – система сбора и передачи оперативной и технологической информации.

**СУБД** – система управления базами данных.

**ТН, ТТ** – измерительный трансформаторы напряжения и тока, соответственно.