

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомной энергетики»

## ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

по дисциплине: «Проектирование систем управления и контроля»

Балаково 2023

# Входной контроль

1. Классификация САР по принципу регулирования.
2. Дайте определения: объекта управления, системы автоматического управления, устройства управления, исполнительного устройства, задающего устройства.
3. Какие виды воздействий существуют на систему.
4. Назовите приборы для измерения температуры, в чем их отличие.
5. Назовите приборы для измерения давления, в чем их отличие.
6. Назовите приборы для измерения уровня, в чем их отличие.
7. Назовите приборы для измерения излучения, в чем их отличие.
8. Перечислите основные законы регулирования.
9. Запишите основные логические операции
10. Дайте определение структурной и функциональной схемы.

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

**Проектирование** – это процесс создания описания, необходимого для построения в заданных условиях еще не существующего объекта. Выделим три основных способа реализации проектирования:

Если весь процесс проектирования осуществляется человеком, то проектирование называют **неавтоматизированным**;

Проектирование, при котором происходит взаимодействие человека и ЭВМ называется **автоматизированным**. Автоматизированное проектирование, как правило, осуществляется в режиме диалога человека с ЭВМ на основе применения специальных языков общения с ЭВМ;

проектирование, при котором все преобразования описаний объекта и алгоритма его функционирования осуществляется без участия человека называется **автоматическим**.

**Проектом** называется совокупность проектных документов в соответствии с установленным перечнем, в котором представлен результат проектирования.

**Система автоматизированного проектирования (САПР)** – организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования (КСАП), взаимосвязанного с необходимыми подразделениям проектной организации (П1, П2,... , Пn) или коллективом специалистов (пользователей системы) и выполняющая автоматизированное проектирование.

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

**Система автоматического управления** представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для обеспечения автоматического управления отдельными агрегатами или группой оборудования, связанных единым техническим процессом.

Целью проектирования автоматизированной системы управления является создание проекта локальной или автоматизированной системы управления технологических процессов или совокупности таких объектов.

К основным задачам, решаемым в процессе проектирования автоматизированных систем управления, относятся следующие задачи.

1. Анализ объекта автоматизации и формулирование технических требований к системе.
2. Определение рационального уровня автоматизации, определение структуры системы контроля и управления автоматизируемого процесса.
3. Выбор и обоснование методов контроля, регулирования и управления технологическими процессами, прогнозирования и диагностирования.
4. Выбор комплекса технических средств автоматизации.
5. Оптимальное размещение средств автоматизации на технологическом оборудовании, по месту, на щитах и пультах в постах управления.
6. Обеспечение эффективности методов монтажа технических средств автоматизированных систем управления и линий связи.
7. Подготовка технологической и эксплуатационной документации.
8. Обеспечение открытости автоматизированной системы управления.

*Особенности объекта управления и управляющей системы, влияющие*

*на требования к процессу проектирования и внедрения АСУ ТП*



# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

## Стадии и этапы создания автоматизированных систем

ГОСТ 34.601-90

Формирование требований к автоматизированным системам (АС)

Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС

Формирование требований пользователя к АС

Оформление отчёта о выполненной работе и заявки на разработку АС

Разработка концепции АС

Изучение объекта

Проведение НИР

Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта АС, удовлетворяющего требованиям пользователя

Оформление отчёта о выполненной работе

Техническое задание (ТЗ)

Эскизный проект (ЭП)

Разработка предварительных проектных решений по системе и её частям

Разработка документации на АС и её части

Технический проект (ТП)

Разработка проектных решений по системе и её частям

Разработка документации на АС и её части

Разработка документации на поставку изделий для комплектования АС и ТЗ на их разработку

Разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

## Рабочая документация (РД)

- Разработка рабочей документации на систему и её части

- Разработка или адаптация программ

## Ввод в действие

- Подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие

- Подготовка персонала

- Комплектация АС

- Строительно-монтажные работы (СМР)

- Пусконаладочные работы (ПНР)

- Проведение предварительных испытаний

  - Проведение автономных испытаний

  - Проведение комплексных испытаний

- Проведение опытной эксплуатации

- Проведение приёмочных испытаний

## Сопровождение АС

- Гарантийное обслуживание

- Послегарантийное обслуживание

Допускается исключить стадию ЭП и отдельные этапы работ на всех стадиях, объединить стадии ТП и РД в одну стадию ТРП (Технорабочий проект).

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

Нормативные документы для разработки автоматизированных систем

## Стандарты

Номер	Название
Комплекс стандартов на автоматизированные системы (КСАС)	
ГОСТ 34.003-90	Автоматизированные системы. Термины и определения.
ГОСТ 34.201-89	Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
ГОСТ 34.601-90	Автоматизированные системы. Стадии создания.
ГОСТ 34.602-89	Техническое задание на создание автоматизированной системы.
ГОСТ 34.603-92	Виды испытаний автоматизированных систем.
Методические указания	
РД 50-34.698-90	Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
Система проектной документации для строительства (СПДС)	
ГОСТ Р 21.1101-2013	Основные требования к проектной и рабочей документации.
ГОСТ 21.408-2013	Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
ГОСТ 21.208-2013	Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
Единая система программной документации (ЕСПД)	
ГОСТ 19.101-77	Виды программ и программных документов.
Единая система конструкторской документации (ЕСКД)	
ГОСТ 2.102-2013	Виды и комплектность конструкторских документов.
ГОСТ 2.601-2013	Эксплуатационные документы.

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

**Основной комплект рабочих чертежей систем автоматизации** в общем случае содержит:

- 1) общие данные по рабочим чертежам;
- 2) схемы автоматизации;
- 3) схемы принципиальные (электрические, гидравлические, пневматические схемы контроля, автоматического регулирования, управления, сигнализации и питания);
- 4) схемы (таблицы) соединений и подключений внешних проводок;
- 5) чертежи расположения оборудования и внешних проводок;
- 6) чертежи установок средств автоматизации.

Все графические материалы, входящие в состав проектной документации систем автоматизации технологических процессов, выполняются согласно действующим ГОСТам, обеспечивающим единообразие проектной документации и облегчающим ее чтение и использование при проведении монтажных работ и в процессе эксплуатации системы.

Текстовые материалы проекта автоматизации. Проект автоматизации, помимо графического материала, содержит текстовую часть: пояснительную записку, спецификации и смету на приобретение и монтаж технических средств.

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

Содержание *пояснительной записки* должно отражать назначение разработанной технической документации и особенности ее использования на различных стадиях проектирования. Текст пояснительной записки должен быть кратким и ясным, но достаточным для понимания основных технических решений проекта.

Пояснительная записка должна состоять из следующих разделов: общая часть, характеристика объекта автоматизации, основные технические решения по автоматизации производственных процессов, краткие пояснения к монтажным чертежам.

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

В *общей части* указываются сведения о документах, являющихся основными для разработки проекта автоматизации, конкретная задача проекта и исходные данные для проектирования.

В разделе «*Характеристика объекта автоматизации*» приводится общая характеристика объекта управления с указанием сведений об основных производственных подразделениях объекта (цехи, отделения, аппараты и т.п.). Дается краткая характеристика технологического процесса с описанием особенностей контролируемых и регулируемых средств, типов и основных характеристик технологического оборудования, класса и категории взрыво- и пожароопасных производств и других специфических особенностей окружающей среды.

При описании технологических процессов необходимо приводить сведения об особенностях работы технологического оборудования, требования к точности управления и контроля технологических параметров.

В разделе «*Основные технические решения по автоматизации*» раскрывается содержание принятой в проекте структуры управления, приводятся сведения о контроле важнейших параметров, об основных узлах систем автоматического регулирования, о принятой схеме технологической сигнализации, об источниках и системе питания приборов и средств автоматизации.

В разделе «*Пояснения к монтажным чертежам*» отмечаются особенности установки средств автоматизации и выполнения проводок, дается пояснение к монтажным и установочным чертежам проекта.

*Спецификации.* В проектной документации систем автоматизации производственных процессов составляются следующие виды спецификаций: спецификация оборудования (С01), спецификация щитов и пультов (С02), ведомость

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

Спецификацию оборудования составляют по подразделам, которым присваивают следующие номера и наименования:

- 1) Приборы и средства автоматизации;
- 2) Электроаппаратура;
- 3) Трубопроводная арматура;
- 4) Кабели и провода.

*Спецификация щитов и пультов* составляется по двум разделам: 1 — щиты; 2 — электроаппаратура, поставляемая комплектно со щитами.

*Смета на приобретение и монтаж технических средств*

является документом, на основе которого осуществляется планирование капитальных вложений и финансирование строительства

# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

## Общие сведения о проведении монтажных и пусконаладочных работах.

После согласования проектной документации заказчиком разрабатывается техническое задание на проведение монтажных, электромонтажных, строительных (при необходимости) и пусконаладочных работ. Перед проведением монтажных и электромонтажных работ разрабатывается проект производства работ. \*\*\***Проект производства электромонтажных работ** - документ, относящийся к организационно-технологической документации, в котором содержатся решения по организации строительного производства, технологии, контролю качества и безопасности проведения работ. После поставки оборудования инженерным персоналом проводится входной контроль, включающий в себя проверку целостности и работоспособности частей автоматизации, разрабатывается акт о проведении входного контроля и передачи в монтаж. Монтажные работы включают в себя демонтаж старого оборудования, установку нового, перемаркировку компонентов, подключение силовой и вторичной коммутации. После проведения монтажных работ разрабатывается акт о передачи оборудования для проведения ПНР. Перед проведением ПНР разрабатывается рабочая программа, в которой описываются: общие требования, предварительные условия, технологические обеспечения и меры безопасности, порядок выполнения проверки (испытаний), приёмочные критерии, оформление результатов выполнения проверки, действия при возникновении сбоев по ходу выполнения проверки, а также имеются оперативные бланки пошагового выполнения проведения ПНР. Окончание работ подтверждается подписанными актами и протоколами о выполненных проверках.



# Общие сведения о стадиях проектирования и внедрения систем автоматизации.

Общие сведения об эксплуатации систем автоматизации.

Основной задачей при эксплуатации приборов и средств автоматизации является обеспечение надежной и правильной работы отдельных звеньев и всего комплекса этих устройств. Задача решается путем непрерывного наблюдения, создания нормальных эксплуатационных условий и своевременного устранения всех возникающих дефектов, для чего на предприятии организуется служба эксплуатации систем автоматизации.

Пуск, нормальная работа, останов и ремонт - таковы основные этапы эксплуатационного цикла как технологического оборудования, так и приборов и средств автоматизации, обслуживающих это оборудование. На каждом из перечисленных этапов служба эксплуатации выполняет работы, обеспечивающие надежное и правильное функционирование системы автоматизации.

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

**Системный подход к проектированию систем автоматизации.**

**Система** - комплекс элементов, находящихся во взаимодействии.

**Системный подход** - понятие, подчеркивающее значение комплексности, широты охвата и четкой организации в исследовании, проектировании и планировании.

**Подсистема или часть системы** - совокупность элементов (алгоритмов), объединенных единым процессом функционирования, которые, взаимодействуя, реализуют определенную операцию (программу), необходимую для достижения цели, поставленной перед системой в целом.

**Сложная система** - собирательное название систем, состоящих из большого числа взаимоувязанных элементов. Часто сложными системами называют системы, которые нельзя корректно описать математически либо потому, что в системе имеется очень большое число различных элементов, неизвестным образом связанных друг с другом (например, мозг), либо потому, что мы не знаем природы явлений, протекающих в системе и поэтому количественно не можем их описать.

Иногда сложными называют системы, для изучения которых необходимо решать задачи с непомерно большим объемом вычислений или перерабатывать такой большой объем информации, что для этого даже при использовании самых быстрых ЭВМ потребовалось бы много миллионов лет.

В некоторых случаях сложную систему определяют как систему, которую можно описать не

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

Для сложных систем **характерны:**

трудности в математическом и количественном описании;

большой объем вычислений при их изучении.

**Свойства сложных систем** определяются свойствами составляющих их элементов, связями между ними, структурой, архитектурой, целями подсистем.

Сложная система, в свою очередь, может быть элементом (подсистемой) более крупной системы.

Примеры сложных систем: *энергосистема, предприятия, ЭВМ, мозг человека, экономическая система страны, транспортная система города, САПР, АСУ ТП.*

Существует еще понятие «**Большая система**» в том же терминологическом справочнике этому понятию дается такое определение.

**Большая система** - это совокупность множества взаимосвязанных элементов (подсистем), отличающаяся сложностью решаемых задач. Примеры: транспортные, энергетические, информационные системы, которые можно называть - инфраструктурами.

Наличие столь разнообразных способов определения сложной системы свидетельствует о том, что характерных черт "сложности" много и до сих пор еще нет общепринятого определения "сложная система".

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

**Открытая система** - система, допускающая свое развитие, расширение на аппаратном и информационном уровнях.

**Открытая система** - система, к которой подводится или от которой отводится вещество или энергия.

**Замкнутая система** - система, к которой не подводится или от которой не отводится вещество или энергия.

**Иерархическая система** - система, имеющая многоуровневую структуру в функциональном, организационном и в каком-либо ином отношении.

**Иерархическая система** - система произвольной природы (технической, экономической, биологической, социальной) и назначения, имеющая многоуровневую структуру в функциональном, организационном или в каком-либо ином плане.

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

**Целью объединения элементов в систему** и является получение таких свойств и способностей в выполнении требуемых функций, каких нет у каждого отдельно взятого элемента:

- **электромотор** (простое вращение);
- **программируемый контроллер** (обработка информации).

Их соединение - **программируемый электропривод** (частотный привод).

При этом части системы могут, в свою очередь, представлять системы, тогда их называют подсистемами. Подсистема обладает свойством функциональной полноты, т.е. ей присущи все свойства системы.

**Системный подход к проектированию АСУ ТП заключается в разбиении** всей системы на подсистемы (декомпозиция системы) и учете при ее разработке не только свойств конкретных подсистем, но и связей между ними.

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

Конкретизация системного подхода заключается в структурном, блочно-иерархическом, объектно-ориентированном подходах.

При структурном подходе, как разновидности системного, требуется синтезировать варианты системы из компонентов (блоков) и оценивать варианты при их частичном переборе с предварительным прогнозированием характеристик компонентов.

Блочно-иерархический подход к проектированию использует идеи декомпозиции сложных описаний объектов и соответственно средств их создания на иерархические уровни и аспекты, вводит понятие стиля проектирования (восходящее и нисходящее), устанавливает связь между параметрами соседних иерархических уровней.

Ряд важных структурных принципов, используемых при разработке информационных систем и, прежде всего, их программного обеспечения (ПО), выражен в объектно-ориентированном подходе к проектированию (ООП). Такой подход имеет следующие преимущества в решении проблем управления сложностью и интеграции ПО:

- 1) вносит в модели приложений большую структурную определенность, распределяя представленные в приложении данные и процедуры между классами объектов;
- 2) сокращает объем спецификаций, благодаря введению в описания иерархии объектов и отношений наследования между свойствами объектов разных уровней иерархии;
- 3) уменьшает вероятность искажения данных вследствие ошибочных действий за счет ограничения доступа к определенным категориям данных в объектах.

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

## Методология проектирования иерархических систем

АСУ ТП являются **сложными системами управления**. Так как большинство АСУ ТП представляет собой системы комплексной автоматизации каких-либо процессов, состоящих из ряда подпроцессов со своими локальными системами управления, большинство из них является иерархическими в том или ином плане. Отсюда вытекает важность рассмотрения методов исследования и проектирования указанных систем.

**Задачи проектирования** иерархических АСУ ТП во многом зависят от признаков, которые положены в основу при подразделении сложной системы на соответствующие уровни иерархии.

Чаще всего используется организационный признак, который позволяет отображать фактически существующую субординацию (**рисунок 1**). При этом каждый из уровней можно подразделить еще на ряд подуровней. Так, АСУ ТП первого уровня могут быть подразделены на локальные системы управления отдельными агрегатами и системы комплексного управления технологическими процессами (автоматическими линиями, участками производства и пр.).

В качестве признака часто используется избранный метод управления: регулирование, обучение и адаптация, самоорганизация.

На **рисунке 1** изображена схема, которая демонстрирует расчленение системы управления по указанным признакам.

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

Разбиение системы управления на иерархические уровни:  
по уровням и методам управления, по интервалам времени





# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

## Основные принципы проектирования автоматизированных систем

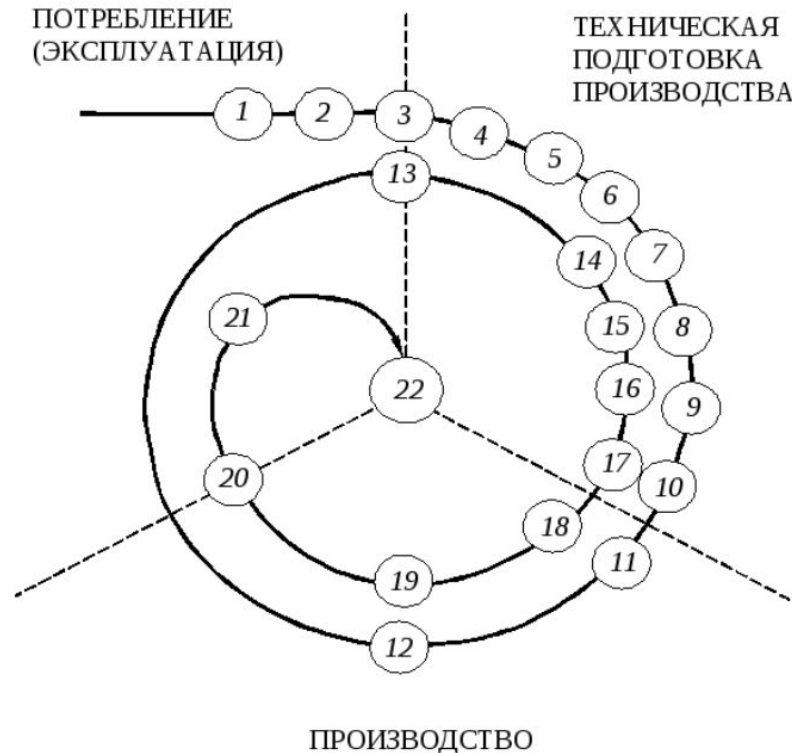
- 1) Принцип новых задач;
- 2) Принцип экономической целесообразности;
- 3) Принцип системного подхода;
- 4) Принцип иерархичности АСУ;
- 5) Принцип использования типовых проектов ;
- 6) Принцип непрерывного развития системы;
- 7) Принцип открытости аппаратных и программных средств;
- 8) Принцип комплексности построения системы управления;
- 9) Принцип декомпозиции ( разделение СУ на элементы ( подсистемы, функции управления, задачи управления)).

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

## Жизненный цикл технической системы

Жизненный цикл технической системы – последовательность этапов существования объектов искусственного происхождения от начала их создания до момента исчезновения. На каждом этапе объект имеет относительно стабильный набор характеристик. Разные классы технических систем могут иметь несколько различающиеся набор этапов жизненного цикла.

- 1-формирование облика системы;
- 2-маркетинг рынка потребителей;
- 3-разработка технического задания;
- 4-разработка технического предложения;
- 5-разработка эскизного проекта;
- 6-разработка технического проекта;
- 7-разработка рабочего проекта;
- 8- разработка технологического процесса изготовления
- 9- разработка конструкторской документации техн
- 10- разработка организационно-технической докум
- 11-изготовление технологической оснастки;
- 12- изготовление опытного образца;



- 12- изготовление опытного образца;
- 13- заводские (стендовые) испытания опытной технической системы;
- 14-летные испытания;
- 15-корректировка рабочего проекта;
- 16-корректировка технологического процесса изготовления системы;
- 17-корректировка конструкторской документации технологической оснастки;
- 18-дооснащение производства;
- 19-серийное производство системы (включая стендовые испытания);
- 20-приемо-сдаточные испытания;
- 21-эксплуатация системы потребителем;
- +22-утилизация системы.

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

## Организация рабочего места оператора и предоставление ему информации

Под **рабочим местом оператора** понимается зона его трудовой деятельности в системе «человек — машина», оснащенная техническими средствами и вспомогательным оборудованием, необходимым для осуществления функций контроля и управления производственным процессом.

При организации рабочего места должны быть соблюдены следующие условия:

- достаточное рабочее пространство для оператора;
- достаточные информационные связи между оператором и оборудованием, а также между операторами;
- оптимальное размещение рабочих мест в помещениях для оперативной работы;
- оптимальное размещение оборудования;
- необходимое естественное и искусственное освещение;
- допустимый уровень акустического шума, вибраций и других факторов производственной среды;
- наличие необходимых инструкций и предупредительных знаков;
- надежная индикация отказов электрического питания и аппаратуры.

В зависимости от основных функций, выполняемых оператором с помощью средств индикации и управления, рабочие места можно классифицировать следующим образом:

- 1) рабочее место оперативного управления, предназначенное для решения задач управления, выдачи команд и распоряжений и т. п.;
- 2) информационно-справочное рабочее место;
- 3) рабочее место ручного ввода информации, необходимое для оперативного ввода символической или графической информации;
- 4) рабочее место функционально — технологического контроля;
- 5) рабочее место программиста ЭВМ;
- 6) комбинированное рабочее место, обеспечивающее совместное выполнение оператором нескольких функций.

# Общие принципы проектирования систем автоматизации.

**Методы рационального распределения функций между человеком и аппаратурой.**

Одной из сложных задач, решаемых в процессе проектирования систем, является рациональное распределение функций между человеком и машиной.

Методы, при помощи которых обычно производится распределение функций, заключаются в следующем: строится модель функций системы «человек—машина» в виде списка функций и для каждой из функций решается, должна ли она быть передана человеку или машине.

1. Метод анализирующий функции системы «человек—машина». Описывают действия, расчеты, сообщения и решения, а затем приписывают этим функциям такие параметры, как частота, скорость, стабильность, точность, значимость, исходя из предварительно установленной шкалы оценки. После этого устанавливаются индексы и формулы, теоретически позволяющие обнаружить избыток или недостаток нагрузки на оператора или машину.
2. Метод, основанный на принципе, согласно которому вмешательство человека-оператора требуется во всех случаях, когда в процессе преобразования между входом и выходом системы переменные претерпевают существенные изменения. Иными словами, человек должен включаться в работу системы каждый раз, как появляется неуверенность в том, каким образом следует перерабатывать информацию.

# Организация проектирования и характеристика проектной документации

## Документация

Выбор рационального уровня автоматизации и его обоснование.

существуют качественные и количественные оценки целесообразности и необходимости автоматизации.

- Однако, в обеих этих оценках в качестве аргумента используется количественный аргумент - уровень автоматизации технологического процесса. Формально уровень автоматизации  $y$  опреде-

отношением:

$t_a$  - время выполнения автоматизированной части  $j$ -ой операции,  $t_j$  - полное время

выполнения  $j$ -ой неавтоматизированной операции,  $k$  - число операций технологического

процесса.

$$y = \frac{\sum_{j=1}^k t_{aj}}{\sum_{j=1}^k t_j}$$

В зависимости от значения предложенного коэффициента различают три уровня автоматизации производства.

1. *Высокий уровень автоматизации производства - **автоматическое производство*** (автоматическая машина), соответствует значению  $y > 0.95$ . Иными словами девяносто процентов времени работы машина функционирует без участия человека.
2. *Средний уровень автоматизации производства - **автоматизированное производство***, соответствует значению  $0.5 \leq y \leq 0.95$ .
3. *Низкий уровень автоматизации производства* соответствует значению  $y < 0.5$ .

# Организация проектирования и характеристика проектной

**Документация** Критерии выбора уровня автоматизации технологических процессов представлены в таблице 1

Одно из самых главных обоснований — экономическое. Под экономически обоснованным уровнем автоматизации следует понимать такое значение этого показателя, которое обеспечивает минимум годовых приведенных затрат при заданных показателях надежности и производительности средств автоматизации.

Критерии выбора уровня автоматизации технологического процесса

Уровень автоматизации технологического процесса	Рекомендованные предпосылки выбора уровня автоматизации технологического процесса
1. Высокий уровень автоматизации технологического процесса (автоматическое производство).	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Простой технологический процесс с очевидным и стабильным во времени алгоритмом управления (запросы на реализацию проекта невелики, время реализации незначительное).</li><li>2. Технологический процесс сложный и быстротекущий с нестабильным, но формализующимся законом управления (человек в силу своих физиологических способностей не способен обеспечить требуемый ритм принятия решений и выдачи или выполнения соответствующих команд управления).</li><li>3. Человек не может принимать участия в технологическом процессе по причине его опасности для жизни (облучение, возможность взрыва, превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) химически вредных для человека веществ).</li></ol>
2. Средний уровень автоматизации технологического процесса (автоматизированное производство).	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Простой технологический процесс за исключением одной или нескольких операций (обычно это операция загрузки).</li><li>2. Наличие в технологическом процессе операций, которые не могут быть выполнены вручную (из-за больших скоростей, высокой точности или малого времени, отведенного на принятие решения).</li></ol>
3. Низкий уровень автоматизации технологического процесса.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сложно формализовать закон управления, но легко выполнить собственно технологические операции (например, установка на пресс заготовки сложной конфигурации).</li><li>2. Частая смена номенклатуры продукции при высокой стоимости автоматизированного оборудования (мелкосерийное и единичное производство).</li><li>3. Наличие хотя бы одной ручной операции, время выполнения которой превосходит длительность всех остальных технологических операций.</li></ol>

# Организация проектирования и характеристика проектной

## документации

Техническое задание на создание АСУТП, их содержание и утверждение.

Техническое задание на автоматизированную систему управления (ТЗ на АС) – основной документ,

- предъявляющий требования к создаваемой автоматизированной системе и устанавливающий порядок, в соответствии с которым будет проводиться разработка АСУ ТП и ее прием при вводе в эксплуатацию.

Рекомендуемый порядок разработки, согласования и утверждения ТЗ на АС:

### СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ

1.1. ТЗ на АС содержит следующие разделы, которые могут быть разделены на подразделы:

- 1) общие сведения;
- 2) назначение и цели создания (развития) системы;
- 3) характеристика объектов автоматизации;
- 4) требования к системе;
- 5) состав и содержание работ по созданию системы;
- 6) порядок контроля и приемки системы;
- 7) требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие;
- 8) требования к документированию;
- 9) источники разработки.

В ТЗ на АС могут включаться приложения.

1.2. В зависимости от вида, назначения, специфических особенностей объекта автоматизации и условий функционирования системы допускается оформлять разделы ТЗ в виде приложений, вводить дополнительные, исключать или объединять подразделы ТЗ. В ТЗ на части системы не включают разделы, дублирующие содержание разделов ТЗ на АС в целом.

# Организация проектирования и характеристика проектной документации.

1.3. В разделе «Общие сведения» указывают:

- 1) полное наименование системы и ее условное обозначение;
- 2) шифр темы или шифр (номер) договора;
- 3) наименование предприятий (объединений) разработчика и заказчика (пользователя) системы и их реквизиты;
- 4) перечень документов, на основании которых создается система, кем и когда утверждены эти документы;
- 5) плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы;
- 6) сведения об источниках и порядке финансирования работ;
- 7) порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы (ее частей), по изготовлению и наладке отдельных средств (технических, программных, информационных) и программно-технических (программно-методических) комплексов системы.

1.4 Раздел «Назначение и цели создания (развития) системы» состоит из подразделов:

- 1) назначение системы;
- 2) цели создания системы.

1.4.1. В подразделе «Назначение системы» указывают вид автоматизируемой деятельности (управление, проектирование и т. п.) и перечень объектов автоматизации (объектов), на которых предполагается ее использовать. Для АСУ дополнительно указывают перечень автоматизируемых органов (пунктов) управления и управляемых объектов.

1.4.2. В подразделе «Цели создания системы» приводят наименования и требуемые значения технических, технологических, производственно-экономических или других показателей объекта автоматизации, которые должны быть достигнуты в результате создания АС, и указывают критерии оценки достижения целей создания системы.

1.5. В разделе «Характеристики объекта автоматизации» приводят:

- 1) краткие сведения об объекте автоматизации или ссылки на документы, содержащие такую информацию;
- 2) сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации и характеристиках окружающей среды



# Организация проектирования и характеристика проектной документации.

1.6. Раздел «Требования к системе» состоит из следующих подразделов:

- 1) **требования к системе в целом** (требования к структуре и функционированию системы, к численности и квалификации персонала, требования к безопасности, к эргономике системы, транспортабельности, к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы, к защите информации, в защите от влияний внешних воздействий, к патентной чистоте, к стандартизации);
- 2) **требования к функциям (задачам), выполняемым системой** (по каждой подсистеме перечень функций, задач или их комплексов; временной регламент реализации каждой функции, задачи, требования к качеству реализации каждой функции, к форме представления выходной информации, характеристики необходимой точности и времени выполнения, требования одновременности выполнения группы функций, достоверности выдачи результатов, перечень и критерии отказов для каждой функции, по которой задаются требования по надежности)
- 3) **требования к видам обеспечения** (приводят требования к математическому, информационному, лингвистическому), программному, техническому, метрологическому, организационному, методическому и другие видам обеспечения системы..

Состав требований к системе, включаемых в данный раздел ТЗ на АС, устанавливают в зависимости от вида, назначения, специфических особенностей и условий функционирования конкретной системы. В каждом подразделе приводят ссылки на действующие НТД, определяющие требования к системам соответствующего вида.

# Организация проектирования и характеристика проектной документации.

1.7. Раздел «Состав и содержание работ по созданию (развитию) системы» должен содержать перечень стадий и этапов работ по созданию системы в соответствии с ГОСТ 24.601, сроки их выполнения, перечень организаций - исполнителей работ, ссылки на документы, подтверждающие согласие этих организаций на участие в создании системы, или запись, определяющую ответственного (заказчик или разработчик) за проведение этих работ

1.8. В разделе «Порядок контроля и приемки системы» указывают:

1) виды, состав, объем и методы испытаний системы и ее составных частей (виды испытаний в соответствии с действующими нормами, распространяющимися на разрабатываемую систему);

2) общие требования к приемке работ по стадиям (перечень участвующих предприятий и организаций, место и сроки проведения), порядок согласования и утверждения приемочной документации;

3) статус приемочной комиссии (государственная, межведомственная, ведомственная).

1.9. В разделе «Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие» необходимо привести перечень основных мероприятий и их исполнителей, которые следует выполнить при подготовке объекта автоматизации к вводу АС в действие. В перечень основных мероприятий включают:

1) приведение поступающей в систему информации (в соответствии с требованиями к информационному и лингвистическому обеспечению) к виду, пригодному для обработки с помощью ЭВМ;

2) изменения, которые необходимо осуществить в объекте автоматизации;

3) создание условий функционирования объекта автоматизации, при которых гарантируется соответствие создаваемой системы требованиям, содержащимся в ТЗ;

4) создание необходимых для функционирования системы подразделений и служб;

5) сроки и порядок комплектования штатов и обучения персонала.

# Организация проектирования и характеристика проектной документации.

1.10. В разделе «Требования к документированию» приводят:

- 1) согласованный разработчиком и Заказчиком системы перечень подлежащих разработке комплектов и видов документов, соответствующих требованиям ГОСТ 34.201-89 и НТД отрасли заказчика; перечень документов, выпускаемых на машинных носителях; требования к микрофильмированию документации;
- 2) требования по документированию комплектующих элементов межотраслевого применения в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСПД;
- 3) при отсутствии государственных стандартов, определяющих требования к документированию элементов системы, дополнительно включают требования к составу и содержанию таких документов

1.11. В разделе «Источники разработки» должны быть перечислены документы и информационные материалы (технико-экономическое обоснование, отчеты о законченных научно-исследовательских работах, информационные материалы на отечественные, зарубежные системы-аналоги и др.), на основании которых разрабатывалось ТЗ и которые должны быть использованы при создании системы.

1.12. В состав ТЗ на АС при наличии утвержденных методик включают приложения, содержащие:

- 1) расчет ожидаемой эффективности системы;
- 2) оценку научно-технического уровня системы

# Организация проектирования и характеристика проектной

## ДОКУМЕНТАЦИИ

### ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ, СОГЛАСОВАНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ ТЗ НА АС

1. Проект ТЗ на АС разрабатывает организация-разработчик системы с участием заказчика на основании технических требований (заявки, тактико-технического задания и т. п.). При конкурсной организации работ варианты проекта ТЗ на АС рассматриваются заказчиком, который - либо выбирает предпочтительный, вариант, либо на основании сопоставительного анализа подготавливает с участием будущего разработчика АС окончательный вариант ТЗ на АС.
2. Необходимость согласования проекта ТЗ на АС с органами государственного надзора и другими заинтересованными организациями определяют совместно заказчик системы и разработчик проекта ТЗ на АС, Работу по согласованию проекта ТЗ на АС осуществляют совместно разработчик ТЗ на АС и заказчик системы, каждый в организациях своего министерства (ведомства).
3. Срок согласования проекта ТЗ на АС в каждой организации не должен превышать 15 дней со дня его получения. Рекомендуется рассылать на согласование экземпляры проекта ТЗ на АС (копий) одновременно во все организации (подразделения).
4. Замечания по проекту ТЗ на АС должны быть представлены с техническим обоснованием. Решения по замечаниям должны быть приняты разработчиком проекта ТЗ на АС и заказчиком системы до утверждения ТЗ на АС.
5. Если при согласовании проекта ТЗ на АС возникли разногласия между разработчиком и заказчиком (или другими заинтересованными организациями), то составляется протокол разногласий (форма произвольная) и конкретное решение принимается в установленном порядке.
6. Согласование проекта ТЗ на АС разрешается оформлять отдельным документом (письмом). В этом случае под грифом «Согласовано» делают ссылку на этот документ.
7. Утверждение ТЗ на АС осуществляют руководители предприятий (организаций) разработчика и заказчика системы.
8. ТЗ на АС (дополнение к ТЗ) до передачи его на утверждение должно быть проверено службой нормоконтроля организации - разработчика ТЗ и, при необходимости, подвергнуто метрологической экспертизе.
9. Копии, утвержденного ТЗ на АС в 10-дневный срок после утверждения высылаются разработчиком ТЗ на АС участникам создания системы.
10. Согласование и утверждение дополнений к ТЗ на АС проводят в порядке, установленном для ТЗ на АС.
11. Изменения к ТЗ на АС не допускается утверждать после представления системы или ее очереди на приемо-сдаточные

# Организация проектирования и характеристика проектной

**Документации** экономического обоснования проекта.

Технико-экономическое обоснование или ТЭО - анализ, расчет, оценка экономической целесообразности осуществления предлагаемого проекта строительства, сооружения предприятия, создания нового технического объекта, модернизации и реконструкции существующих объектов. ТЭО основано на сопоставительной оценке затрат и результатов, установлении эффективности использования, срока окупаемости вложений.

Технико-экономическое обоснование является необходимым для каждого инвестора исследованием, в ходе подготовки которого проводится ряд работ по изучению и анализу всех составляющих инвестиционного проекта и разработке сроков возврата вложенных в бизнес средств. Для разработки ТЭО необходима комплексная работа группы специалистов - экономистов, финансистов, юристов и др.

Технико-экономическое обоснование проекта отличается от бизнес-плана следующим:

- обычно ТЭО пишется для проектов внедрения новых технологий, процессов и оборудования на уже существующем, работающем предприятии, поэтому анализ рынка, маркетинговая стратегия, описание компании и продукта, а также анализ рисков в нем часто просто отсутствуют;
- в ТЭО приводится информация о причинах выбора предлагаемых технологий и процессов и решений, принятых в проекте, результаты от их внедрения и экономические расчеты эффективности.

Следовательно, можно говорить о более узком, специфическом характере ТЭО по сравнению с бизнес-планом.

Разработка ТЭО необходима, когда нужно доказать необходимость выбора именно предлагаемого варианта оборудования, технологии, процесса, и т.п. Разработка технико-экономического обоснования производится для проектов внедрения новых технологий, процессов и оборудования на уже существующем, работающем предприятии, поэтому анализ рынка, маркетинговая стратегия, описание компании и продукта, а также анализ рисков в нем часто не требуется

# Организация проектирования и характеристика проектной

## Документации экономического обоснования

Предлагается следующая последовательность разработки ТЭО:

1. Исходные данные и условия.
2. Рынок и мощность предприятия.
3. Материальные факторы производства.
4. Местонахождение предприятия.
5. Проектно- конструкторская документация.
6. Организация предприятия и накладные расходы.
7. Трудовые ресурсы.
8. Планирование сроков осуществления проекта.
9. Финансово-экономическая оценка проекта.

## ТЭО: Этапы разработки

Разрабатываемое технико-экономическое обоснование включает в себя следующие аспекты:

1. Общие сведения о проекте;
2. Капитальные затраты;
3. Эксплуатационные затраты;
4. Производственная программа;
5. Финансирование проекта;
6. Оценка коммерческой целесообразности реализации проекта
7. Общие сведения о проекте.

# Организация проектирования и характеристика проектной

## Документация проектирования встроенных систем автоматизации

Встроенная система - это система аппаратного и программного обеспечения на базе микропроцессора или микроконтроллера, предназначенная для выполнения специальных функций в более крупной механической или электрической системе.

Проектирование встроенной системы включает в себя как разработку специального аппаратного уровня, так и соответствующего программного обеспечения.

Системный уровень создает среду выполнения для встроенного приложения и, в зависимости от области приложения, имеет разную степень сложности. Для простых встроенных систем с закрытой не масштабируемой архитектурой системный уровень не является строго отдельным и не содержит механизмов для поддержки разработки приложений.

Передовые системы для медицины, авиации, телекоммуникаций и робототехники реализованы на основе специальных операционных систем или библиотек, которые содержат механизмы и функции, облегчающие разработку приложений и тестирование системы. Тем не менее, разработчик должен расширить системный уровень специальными драйверами.

**Для проектирования встроенных систем чаще всего используют новейшие продукты САПР, применяют имитационное моделирование для отладки и качественной работы системы в целом.**

**\*\*\*Имитационное моделирование** — метод [исследования](#), при котором изучаемая система заменяется [моделью](#), с достаточной точностью описывающей реальную систему (построенная модель описывает процессы так, как они проходили бы в действительности), с которой проводятся [эксперименты](#) с целью получения информации об этой системе.

# Организация проектирования и характеристика проектной

## Состав технического и рабочего проекта АСУТП

**документации.**  
Проектирование систем автоматизации выполняется по следующим стадиям – технический проект, рабочие чертежи. Такое проектирование является двухстадийным. При двухстадийном проектировании рабочие чертежи выполняются после утверждения технического проекта. Проектирование может вестись, минуя самостоятельную стадию технического проекта, в таком случае оно является одностадийным – технорабочий проект. Технорабочие проекты выполняются для объектов, где возможно повторное применение ранее выполненных или типовых проектов.

Технический проект представляет собой комплексную проектную документацию, в которой даны основные решения по автоматизации данного производственного объекта, сметная стоимость, а также технико-экономические показатели, получаемые в результате внедрения этих решений.

Рабочие чертежи и чертежи технорабочего проекта являются той технической документацией, по которой ведутся монтажные работы, изготавливаются необходимые детали и узлы, проводятся необходимые строительные, электротехнические и другие вспомогательные работы

**В состав проекта на стадии технического проекта входит следующая техническая документация.**

1. Чертежи: структурные схемы управления проектируемым объектом и взаимосвязи между пунктами контроля и управления (выполняются для сложных систем при централизованном управлении); функциональные схемы автоматизации технологических процессов; общий вид щитов и пультов управления (для объектов с новым видом оборудования или новой технологией производства при их централизованном управлении); расположение щитов и пультов на плане объекта.

2. Пояснительная записка: общая часть; характеристика объекта автоматизации; основные решения по автоматизации производственных процессов; материально-технические средства автоматизации; задания генпроектировщику (заказчику) на дополнительные проектные и другие работы, связанные с автоматизацией объекта; научно-исследовательские, опытно-конструкторские и экспериментальные работы; указания по



# Организация проектирования и характеристика проектной

## документации.

к заявке на проектирование: приборов и средств автоматизации; электроаппаратуры; пультов и щитов; основных монтажных материалов (кабели, провода, зажимы, трубы, соединительные и протяжные коробки и другие материалы); трубопроводной арматуры; нестандартизированного оборудования.

### 4. Смета стоимости оборудования и монтажа.

Упрощенный технический проект, разрабатываемый в комплексе с технологической частью проекта отраслевым проектным институтом, допускается выполнять без заявочных ведомостей, а сметную стоимость принимать по соответствующим аналогам.

В случаях, если заказчик потребует заявочные ведомости, они выдаются дополнительно после утверждения технического проекта.

При разработке проектов АСУТП в технический проект добавляются следующие материалы: блок-схемы комплекса устройств управляющих вычислительных машин; технологическая схема работы системы сбора, обработки и выдачи информации; постановка задач автоматизации; планы расположения устройств управляющих вычислительных машин; предложения по организации нормативно-справочной информации; заявочные ведомости устройств управляющих вычислительных машин.

Кроме того, сюда включают разработку всех алгоритмов АСУТП, реализуемых с помощью средств вычислительной техники, алгоритма функционирования АСУТП как человеко-машинной системы и подготовку основных решений по информационному обеспечению функции АСУТП, реализуемых с помощью средств вычислительной техники.

# Организация проектирования и характеристика проектной

**Документации** стадиях рабочих чертежей и технорабочего проекта входит следующая техническая документация.

1. Чертежи: структурные схемы управления и контроля; функциональные схемы автоматизации технологических процессов; принципиальные электрические, гидравлические и пневматические схемы контроля, автоматического регулирования, управления и сигнализации; принципиальные электрические схемы питания; общие виды щитов и пультов; чертежи установки щитов и пультов; схемы электрических соединений щитов и пультов (монтажные схемы); схемы подключения (схемы внешних, электрических и трубных проводок); чертежи трасс (монтажные чертежи электрических и трубных проводок); установочные чертежи; чертежи общих видов и конструкций нестандартизированного оборудования.
2. Пояснительная записка: общая часть; характеристика объекта автоматизации; решения по автоматизации производственных процессов; задания генпроектировщику (заказчику) на дополнительные проектные и другие работы, связанные с автоматизацией объекта; краткие пояснения к монтажным чертежам; указания по реализации проекта; приложения к пояснительной записке.  
При выполнении технорабочего проекта (в одну стадию) в пояснительную записку добавляются разделы: научно-исследовательские, опытно-конструкторские и экспериментальные работы; технико-экономическое обоснование.
3. Заказные спецификации: приборов и средств автоматизации; электроаппаратуры; щитов и пультов; кабелей и проводов; трубопроводной арматуры; основных монтажных материалов и изделий (трубы, металлы, монтажные изделия); нестандартизированного оборудования.

# Организация проектирования и характеристика проектной

## документации и рабочего проекта АСУТП

### 4. Смета стоимости оборудования и монтажа.

Кроме перечисленной технической документации, входящей в состав рабочих чертежей, проектная организация выполняет и передает заказчику следующие материалы: задание на конструкции и оборудование для установки щитов и пультов; задание на туннели, каналы, проемы; задание на размещение отборных и приемных устройств, регулирующих и запорных органов, устанавливаемых на оборудовании и трубопроводах; вопросные листы для заказа приборов (расходомеров, газоанализаторов и др.).

В состав рабочих чертежей при создании проекта АСУТП дополнительно включаются следующие материалы: технологическая схема работы системы сбора, обработки и выдачи информации; альбом форм документов и макетов информации, вводимой (выводимой) в УВМ; документация по организации нормативно-справочной информации; машинные алгоритмы и рабочие программы с описанием и инструкциями; таблицы и данные распределения емкости запоминающих устройств (ОЗУ, ПЗУ, ВЗУ); перечень стандартных и тестовых программ и подпрограмм, используемых в математическом обеспечении; схемы соединений и кроссовые ведомости устройств управляющих вычислительных машин, монтажные схемы разводки цепей питания; монтажные чертежи установки устройств управляющих вычислительных машин; заказные спецификации устройств УВМ.

# Организация проектирования и характеристика проектной

## Документации. ых материалов

По окончании проектирования проектные материалы подлежат утверждению.

На утверждение представляются проектные материалы на стадии технического проекта. При утверждении проекта проектные организации проводят его защиту.

Рабочие чертежи передаются непосредственно монтажной организации за подписью заказчика и утверждению не подлежат.

В случае обнаружения в технической документации ошибок, задерживающих нормальный ход выполнения работ, необходимые изменения вносятся на месте с последующим согласованием и утверждением.

Все графические проектные материалы выполняются в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД), с применением стандартных обозначений, обеспечивающих единообразие проектной документации и облегчающих ее чтение.

# Организация проектирования и характеристика проектной

**Документации** проектно – сметной и эксплуатационной документации.

**Проектно-сметная документация (ПСД)** - нормативно установленный перечень документов, обосновывающих целесообразность и реализуемость проекта, раскрывающих его сущность, позволяющих осуществить проект.

Проектно-сметная документация на АСУ разрабатывается с использованием результатов НИР и технической документации АСУ.

проектно-сметная документация на АСУ, содержит:

пояснительную записку (описание постановки задачи);

схему функциональной структуры;

схему организационной структуры;

схему структуры КТС;

схему автоматизации;

план расположения;

схему принципиальную;

схему соединений внешних проводок;

схему подключения внешних проводок;

задание на проектирование в смежных частях проекта и для расчета сметы;

заказную спецификацию;

перечень заявок на разработку новых технических средств АСУ;

расчет экономической эффективности.

# Организация проектирования и характеристика проектной документации.

*Эксплуатационная документация – это вид технической документации, описывающий порядок установки, настройки и использования разработанного программного обеспечения (автоматизированной системы).*

Как правило, документы данного вида являются составляют либо дополнение к "ядру" комплекта технической документации (проектной документации), либо полностью независимы и автономны, а в некоторых случаях являются единственной частью документации на программный продукт. Именно эксплуатационную документацию мы чаще всего подразумеваем, когда говорим о программной документации в целом. Основные документы, входящие в состав эксплуатационной документации:

- [руководство пользователя](#);
- [руководство администратора](#);
- [руководство программиста](#);

# Организация проектирования и характеристика проектной

## Документации особенностей проектирования и внедрения АСУ

Выделены следующие особенности проектирования АСУ:

- проектирование АСУ ведется для конкретного предприятия;
  - при проектировании закладывается возможность дальнейшего развития АСУ, т. е. предусматривается возможность постепенного добавления новых функций, что еще больше усиливает роль первых этапов проектирования;
  - ввод АСУ в эксплуатацию производится поэтапно в течение ряда лет эксплуатации;
- значительное количество решений в АСУ принимает человек, поэтому необходимо при проектировании предусматривать переработку информации людьми;
- объект управления, представляющий собой элемент многоуровневой иерархической системы управления, функционирует в условиях стохастических воздействий внешней среды;
  - затраты на разработку ПО и ИО АСУ значительно превышают стоимость технических средств.

Работы по созданию и внедрению АСУ должен возглавить первый руководитель. Приказом по предприятию создается специальное структурное подразделение, занимающееся разработкой АСУ, независимо от того, ведется разработка сторонней организацией или силами самого предприятия.

Организация и проведение работ по созданию и внедрению АСУ определяются следующими возможными условиями:

- АСУ создается для действующего предприятия без проведения его реконструкции, наращивания мощностей по выпуску продукции и расширения номенклатуры выпускаемых изделий;
- АСУ создается одновременно с реконструкцией предприятия и расширением производства;
- АСУ создается для вновь строящегося предприятия.

Последние два условия позволяют получить максимальный эффект от внедрения системы.

# Организация проектирования и характеристика проектной документации.

**Проект организации строительства (ПОС)** – составная часть организационно-технологической документации, определяющая общую продолжительность и промежуточные сроки строительства, распределение капитальных вложений и объемов СМР, материально-технические, трудовые ресурсы и источники их покрытия, основные методы выполнения СМР.

Строительство каждого объекта должно осуществляться на основе предварительно разработанных ПОС и ППР, решений по организации строительства и технологии производства работ.

**Запрещается производство СМР без утвержденных ПОС и ППР. Не допускаются отступления от решений ПОС и ППР без согласования с организациями, разработавшими и утвердившими их.**

ПОС является обязательным документом для заказчика, подрядных строительных организаций, а также организаций, осуществляющих финансирование и материально-техническое обеспечение строительства (п. 10.1 ТКП 45-1.03-161-2009).

ПОС является основанием для разработки ППР.

ПОС должна разрабатывать генеральная проектная организация (или по ее заказу — другая проектная организация) в составе обоснования инвестирования строительства, [архитектурного проекта или строительного проекта](#).



# Организация проектирования и характеристика проектной

## документации:

Календарный план строительства;

Строительный генеральный план;

Организационно-технологические схемы строительства объекта, определяющие оптимальную последовательность возведения зданий и сооружений с указанием технологической последовательности выполнения работ;

Ведомость потребности в основных строительных машинах и транспортных средствах по строительству в целом, составленная на основе физических объемов работ, объемов грузоперевозок и норм выработки строительных машин и транспортных средств. В ведомости должна быть учтена потребность в автобусах или специально оборудованных транспортных средствах для перевозки людей к объектам строительства, расположенным вне сферы обслуживания сети общественного транспорта;

Расчет потребности в кадрах строителей по основным категориям и периодам строительства, разработанный на основе нормативной трудоемкости строительства объекта и стоимости СМР с учетом норм выработки на одного работающего этих организаций, включая работников обслуживающих и прочих хозяйств, если определена генподрядная организация;

Пояснительная записка.

# Структуризация проектируемой системы.

## Выбор задач, подлежащих автоматизации, их постановка.

На основе проведенного изучения и анализа предприятия определяют подлежащие автоматизации функции управления с учетом рекомендуемого перечня функциональных подсистем, выявленных факторов, способствующих и препятствующих повышению эффективности деятельности предприятия, степени и характера подготовленности объекта к переходу на использование экономико-математических методов и вычислительной техники в управлении. При этом наиболее важными являются два обстоятельства: влияние выделенных функций управления на конечный результат, т.е. на повышение эффективности функционирования управляемой системы, и обеспечение автоматизации выделенной функции таким образом, чтобы комплекс задач, ее реализующих, не прерывался отдельными задачами, решаемыми в ином режиме. Когда некоторый уровень управления представляется возможным автоматизировать, следует определить, целесообразно ли это делать, возрастет ли эффективность управляемого производства настолько, что это окупит затраты на автоматизацию.

Перечень функций, подлежащих автоматизации, располагают по приоритету, обычно в порядке убывания экономической эффективности их автоматизации. Из этого перечня выбирают первые функции в том объеме, который определяется ограничениями на выделенные ресурсы - количество разработчиков, технические средства, директивные сроки и т.п.

В большинстве случаев в состав очередей включают не функции целиком, а отдельные комплексы задач. Выделенные комплексы задач должны составлять единую систему, а не набор независимых задач. Для этого необходимо составить укрупненную схему будущей системы в разрезе очередей. При этом для каждой очереди должны быть определены взаимосвязи комплексов задач - последовательность решения и выдачи результатов, использования одними комплексами выходной информации других, обработка данных на общих технических средствах, единая информационная база и т.п.

# Структуризация проектируемой системы.

## Выбор задач, подлежащих автоматизации, их постановка.

После уточнения перечня и содержательной постановки задач по каждой функции переходят к формальным постановкам отдельных задач. Для каждой задачи должен быть определен метод решения, позволяющий получить требуемые результаты наиболее эффективным путем с наименьшими затратами ресурсов ЭВМ, простотой ввода данных, если это требуется делать вручную, наглядностью получаемых результатов, удобством их использования. Далее необходимо составить алгоритм расчета в виде схемы с пояснениями: порядок и последовательность ввода исходной информации, ее источник (массив данных или ввод с пульта); порядок расчетов, выдача данных на дисплей или печать, или запись на машинный носитель. Следует предусмотреть методы контроля достоверности входной и выходной информации, а при необходимости - меры защиты от несанкционированного доступа. Для проверки задачи, охватывающей ее постановку, алгоритмизацию, программирование и проведение расчетов на ЭВМ, подготавливается контрольный пример. Он включает исходные данные, которые могут быть как реальными, так и специально подобранными. Объем их может быть меньшим или равным тем объемам, которые реально ожидаются в системе. Подбор исходных данных не является отладочным тестом для программ, он предназначен для проверки правильности решения данной задачи, с точки зрения пользователя, т.е. реализации некоторой функции управления. Поэтому должен быть предусмотрен метод проверки правильности получаемых результатов. Результаты постановки задач целесообразно представить в виде системных спецификаций.

# Структуризация проектируемой системы.

## Построение организационной структуры

Организационная структура АС отражает существование в системе управления объектом нескольких подразделений разного иерархического уровня и их взаимное административное подчинение. Эта структура является основной и именно с нее следует начинать анализ и последующий синтез АС.

Структурообразующий элемент такой структуры – это подсистема АС, осуществляющая автоматизацию тех процессов обработки информации и принятия решений, которые присущи соответствующему подразделению аппарата управления и отдельным лицам - операторам.

Связи между элементами такой организационной структуры АС – это информационные потоки между структурными подразделениями. При этом от вышестоящих подразделений в нижестоящие информация имеет характер директив (приказы, распоряжения, инструкции и т.п.), а от нижестоящих к вышестоящим подразделениям характер отчетности о выполнении полученных директив (рапорты, отчеты, сводки и т.п.).

# Структуризация проектируемой системы.

## Построение функциональной структуры

Разработка функциональной структуры АСУТП

В управлении технологическим процессом можно выделить три фазы:

1. получение и первичная обработка информации;
2. анализ полученной информации и принятие решений;
3. реализация управляющих воздействий.

Для современных АСУТП характерно стремление автоматизировать все три фазы управления и свести к минимуму участие оператора-технолога в управлении процессом, возложив на него задачу контроля за процессом и работой автоматизированной системы в случае её отказа. Для успешного контроля за ходом процесса и эффективного выполнения функций резервирования оперативному персоналу необходима разнообразная информация.

Функции АСУТП подразделяются на информационные, управляющие и вспомогательные. Информационная функция АСУТП – это функция системы, содержанием которой является сбор, обработка и представление информации о состоянии технологического процесса оперативному персоналу или передача этой информации для последующей обработки.

Управляющая функция АСУТП – это функция, результатом которой является выработка и реализация управляющих воздействий на технологический процесс. К управляющим функциям АСУТП относятся:

- формирование и передача на исполнительные устройства управляющих сигналов;
- определение рационального режима технологического процесса;
- выдача оператору рекомендаций по управлению технологическим процессом.

Вспомогательные функции АСУТП – это функции, обеспечивающие решение внутренних задач. Вспомогательные функции системы предназначены, прежде всего, для обеспечения собственного функционирования АСУТП (обеспечение заданного алгоритма функционирования технических средств системы, контроль их состояния, хранение информации и т.п.).

# Структуризация проектируемой системы.

## Построение технической структуры

В энергетике нашли широкое применение трехуровневые АСУТП, в которых 1-й уровень представляет собой объект управления с полевой автоматикой (датчики, регулирующие органы, исполнительные механизмы); 2-й уровень – это контроллер или контроллеры, осуществляющие формирование управляющих сигналов, сбор и передачу информации на верхний уровень АСУТП; 3-й, или верхний, уровень – это операторская станция с автоматизированными рабочими местами (АРМ) операторов-технологов. Для организации передачи данных в АСУТП требуется выбрать физические каналы передачи данных (коаксиальный кабель, витая пара и оптоволоконный кабель) и промышленную сеть.

В зависимости от области применения весь спектр промышленных сетей можно разделить на следующие уровни:

- контроллерные сети (Field level) – промышленные сети, решающие задачи по управлению процессом производства, сбором и обработкой данных на уровне промышленных контроллеров;
- промышленные сети контроллерного уровня: Profibus (Process Field Bus), ControlNet, CAN (Controller Area Network);
- сенсорные сети (сети низовой автоматики): ASI (Actuator/Sensor Interface), HART, Modbus решают задачи опроса датчиков и управления исполнительными механизмами;
- универсальные сети : LON (local Operating Network), Foundation Fieldbus, Ethernet/Industrial Ethernet. Foundation Fieldbus представляет собой двухуровневый сетевой протокол, сочетающий черты мощной информационной магистрали для объединения РС верхнего уровня и управляющей сети, объединяющей ПЛК, датчики и исполнительные механизмы, а также позволяющий использовать программно-аппаратные средства различных производителей.

# Структуризация проектируемой системы.

## Построение технической структуры

В технической структуре АСУТП должны быть представлены:

- объект управления с полевой автоматикой;
- шкафы управления с ПЛК, имеющие в своем составе CPU, память и выбранные модули ввода/вывода;
- кроссовые шкафы;
- шкафы силовой коммутации с усилителями, пусковой аппаратурой и схемами управления электроприводами;
- источники электропитания ПЛК, усилителей и пусковой аппаратуры.

При разработке технической структуры АСУТП необходимо учитывать, что контроллеры могут быть подключены к шкафам силовой коммутации непосредственно либо через кроссовые шкафы. Для верхнего уровня АСУТП требуется выбрать промышленное оборудование для организации АРМ операторов-технологов. В случае необходимости следует предусмотреть инжиниринговую станцию (АРМ) и удаленные устройства ввода информации, например, из технологических лабораторий. В составе АСУТП могут быть пункты местного управления, реализованные на промышленных терминалах. В этом случае эти устройства должны быть показаны в технической структуре АСУТП.





# Структуризация проектируемой системы.

## Выбор количества постов управления

Пост управления - это специально выделенное помещение, предназначенное для постоянного или периодического пребывания операторов, с расположенными в нем панелями, пультами и другим оборудованием, на котором устанавливаются технические средства АСУТП и при помощи которого происходит управление технологическим процессом. **Пример: посты управления АЭС:**

*Блочный щит управления* предназначен для постоянного оперативного контроля и управления энергоблоком во всех режимах его работы.

*Резервный щит управления* предназначен для останова реактора и перевода его в подкритическое состояние, а также для управления аварийным расхолаживанием активной зоны реактора, снижения параметров в защитной локализирующей оболочке, контроля выбросов в окружающую среду и активностью в гермооболочке в случае поражения БЩУ.

РЩУ так изолирован от БЩУ, чтобы по общей причине не были поражены оба щита или не были поражены аналогичные каналы контроля или управления на БЩУ и РЩУ одновременно. На РЩУ постоянного дежурного персонала не предусматривается.

*Местные щиты управления* предназначены для местного управления механизмами и арматурой некоторых систем вентиляции, парозежекторными машинами, блочной обессоливающей установки, подогревателей сетевой воды и т.д. К местным щитам управления относятся щиты химической водоочистки и спецводоочистки.

+Контроль за радиационной обстановкой в производственных помещениях каждого блока и спецкорпусов ведется с центральных щитов радиационного контроля (ЦЩРК), расположенных в спецкорпусах на переходах из чистой в грязную зону

Для обоснования выбора количества постов управления необходимо оценивать организационную структуру предприятия, требуемое обеспечение бесперебойной и безопасной работы оборудования и предприятия в

# Структуризация проектируемой системы.

## *Проектирование структурных схем управления.*

**Структурные схемы** автоматизации в проектах автоматизации рекомендуется разрабатывать в соответствии с **ГОСТ 24.302-80**. Система технической документации на АСУ. Общие требования к выполнению схем (п. 2.1, 2.2, 2.6).

Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. На линиях взаимодействия рекомендуется стрелками (по **ГОСТ 2.721-74**) обозначать направления хода процессов, происходящих в изделии

На структурной схеме отображаются в общем виде основные решения проекта по функциональной, организационной и технической структурам автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) с соблюдением иерархии системы и взаимосвязей между пунктами контроля и управления, оперативным персоналом и технологическим объектом управления. Принятые при выполнении структурной схемы принципы организации оперативного управления технологическим объектом, состав и обозначения отдельных элементов структурной схемы должны сохраняться во всех проектных документах на АСУ ТП, в которых они конкретизируются и детализируются в функциональных схемах автоматизации, структурной схеме комплекса технических средств (КТС) системы, принципиальных схемах контроля и управления, а также в проектных документах, касающихся организации оперативной связи и организационного обеспечения АСУ ТП.

**Исходными материалами** для разработки структурных схем являются:

задание на проектирование АСУ ТП;

принципиальные технологические схемы основного и вспомогательного производств технологического объекта;

задание на проектирование оперативной связи подразделений автоматизируемого технологического объекта;

концепция и типовой проект организационного обеспечения технологического объекта

# Структуризация проектируемой системы.

Структурная схема разрабатывается на стадиях «проект» и «рабочий проект». На стадии «рабочая документация» при двух - стадийном проектировании структурная схема разрабатывается только в случае изменений технологической части проекта или решений по АСУ ТП, принятых при утверждении проекта автоматизации.

На структурной схеме рекомендуют **показывать ( в зависимости от типа системы):**

технологические подразделения автоматизируемого объекта (отделения, участки, цехи, производства); пункты контроля и управления (местные щиты, операторские и диспетчерские пункты и т.п.), в том числе не входящие в состав разрабатываемого проекта, но имеющие связь с проектируемыми системами контроля и управления;

технологический (эксплуатационный) персонал и специализированные службы, обеспечивающие оперативное управление и нормальное функционирование технологического объекта;

основные функции и технические средства (устройства), обеспечивающие их реализацию в каждом пункте контроля и управления;

взаимосвязь подразделений технологического объекта, пунктов контроля и управления и технологического персонала между собой и с вышестоящей системой управления (АСУ).

# Структуризация проектируемой системы.

## Документация функциональной части и организационного обеспечения.

Документация функциональной части проектов АСУ содержит проектные решения по автоматизированным функциям системы управления, зафиксированные в документах следующих типов:

- описание автоматизированных функций;
- схема функциональной структуры;
- описание постановки задачи.

Эти документы совместно с «Техническим заданием» на создание АСУ определяют требования к видам обеспечения АСУ.

При разработке документов «Описание автоматизированных функций» и «Схема функциональной структуры» на подсистему содержание соответствующих разделов документов ограничивают рамками подсистемы.

В зависимости от назначения и особенностей, создаваемых АСУ, допускается включать в документы «Описание автоматизированных функций» и «Схема функциональной структуры» дополнительные разделы и сведения, требования к содержанию которых не установлены настоящим стандартом. Отсутствие проектных решений по отдельным разделам документа фиксируют в соответствующих разделах с необходимыми пояснениями

# Структуризация проектируемой системы.

## Документация функциональной части и организационного обеспечения.

Требования к содержанию документа «Описание постановки задачи» установлены в ГОСТ 24.204—80. 2.2.

Документ «Описание автоматизированных функций» включает разделы:

исходные данные;

цели АСУ и автоматизированные функции;

характеристика функциональной структуры;

типовые решения.

В разделе «Исходные данные» должны быть приведены:

перечень исходных материалов и документов, использованных при разработке функциональной части проекта АСУ;

особенности объекта управления, влияющие на проектные решения по автоматизированным функциям; данные о системах управления, взаимосвязанных с разрабатываемой АСУ, и сведения об информации, которой она должна обмениваться с абонентами и другими системами.

В разделе «Цели АСУ и автоматизированные функции» должны быть приведены:

перечень целей функционирования данной АСУ;

описание автоматизированных функций управления, направленных на достижение установленных целей.

В разделе «Характеристика функциональной структуры» должны быть приведены:

перечень подсистем АСУ с указанием функций и (или) задач, реализуемых в каждой подсистеме; описание процесса выполнения функций (при необходимости);

необходимые пояснения к разделению автоматизированных функций на действия (операции), выполняемые техническими средствами и человеком; требования к временному регламенту реализации автоматизированных функций и решения задач.

# Структуризация проектируемой системы.

## Документация функциональной части и организационного обеспечения.

В разделе «Типовые решения» должен быть приведен перечень типовых решений с указанием функций, задач, комплексов задач, для выполнения которых они применены.

Документ «Схема функциональной структуры» должен показывать элементы функциональной структуры АСУ, связи между ними и с внешней средой с кратким указанием содержания сообщений и (или) сигналов, передаваемых по связям, и быть достаточным для полного описания функционального состава АСУ, всех информационных взаимосвязей между автоматизированными функциями и необходимых взаимосвязей между автоматизированными и неавтоматизированными функциями системы управления.

В зависимости от степени детализации описания системы элементами функциональной структуры могут быть: подсистемы АСУ;

автоматизированные функции и (или) задачи;

совокупности действий (операций), выполняемые при реализации автоматизированных функций только техническими средствами (автоматически) или только человеком.

На схеме указывают информационные связи между элементами и, при необходимости, связи других типов (входимости, подчинения и т. д.). Кроме функциональной структуры АСУ в целом, при необходимости, разрабатывают детализированные схемы частей функциональной структуры.

При включении «Схемы функциональной структуры» в документ «Описание автоматизированных функций» ее помещают в разделе «Характеристика функциональной структуры» в виде чертежа.

# Структуризация проектируемой системы.

## Документация функциональной части и организационного обеспечения.

Документация по организационному обеспечению предназначена:

для описания изменений организационной структуры управления объектом, связанных с созданием АСУ (схема организационной структуры, описание организационной структуры);

для описания действий персонала по обеспечению функционирования АСУ (технологическая инструкция, инструкция по эксплуатации);

для установления функций, прав и обязанностей должностных лиц по обеспечению функционирования АСУ (должностная инструкция).

В зависимости от назначения и специфических особенностей создаваемых АСУ допускается включать в документы дополнительные сведения и разделы, требования к содержанию которых не установлены настоящим стандартом. Отсутствие проектных решений по разделу документа фиксируют в соответствующем разделе с необходимыми пояснениями.

При разработке документов на части АСУ содержание разделов каждого документа ограничивают рамками соответствующей части.

# Структуризация проектируемой системы.

## Документация функциональной части и организационного обеспечения.

### Схема организационной структуры

На схеме показывают:

подразделения (должностные лица), обеспечивающие функционирование АСУ либо использующие при принятии решений информацию, полученную от АСУ;

связи между подразделениями и отдельными должностными лицами, указанными на схеме, и их соподчиненность.

### Описание организационной структуры

Документ «Описание организационной структуры» должен состоять из разделов:

изменения в организационной структуре управления объектом;

организация подразделений;

реорганизация существующих подразделений управления.

Раздел «Изменения в организационной структуре управления объектом» должен содержать:

проектные решения по изменению организационной структуры управления объектом и их обоснование;

описание изменений во взаимосвязях между подразделениями.

Раздел «Организация подразделений» должен содержать:

описание организационной структуры и функций подразделений, создаваемых с целью обеспечения функционирования АСУ;

описание регламента работ;

перечень категорий работников и число штатных единиц.



# Структуризация проектируемой системы.

## Документация функциональной части и организационного обеспечения.

### Инструкция по эксплуатации

Документ должен содержать сведения об АСУ (назначение, функции, регламент и режимы работы), указания о мерах по технике безопасности, порядок работы персонала, порядок проверки правильности функционирования технических средств, правила технической эксплуатации, указание о действиях при аварийном отключении технических средств системы, предаварийном и аварийном состояниях объекта, пусковом и остановочном режимах объекта.

Инструкцию составляют отдельно на каждый вид оборудования для каждого исполнителя или группы исполнителей при выполнении ими одинаковых функций.

В инструкции приводят описание работ и последовательность их выполнения, а также сведения о составе и квалификации персонала, порядке проверки его знаний и допуска к работе.

В инструкции должно быть перечислено производственное оборудование и оборудование АСУ, закрепленное за исполнителем.

В инструкции, как правило, не приводят сведения, имеющиеся в эксплуатационной документации предприятия-изготовителя технических средств АСУ.

### Должностная инструкция

Документ должен содержать разделы:

права и обязанности должностного лица по обеспечению функционирования АСУ;  
описание действий должностного лица, связанных с функционированием АСУ.

Раздел «Права и обязанности должностного лица по обеспечению функционирования АСУ» должен содержать описание обязанностей, подчиненности, прав должностного лица.

Раздел «Описание действий должностного лица, связанных с функционированием АСУ» должен содержать описание действий должностного лица в процессе функционирования АСУ и при нарушении этого процесса.

# Структуризация проектируемой системы.

## **Выбор комплекса технических средств.**

*В состав комплекса технических средств (КТС) АСУТП входят ПТК, средства автоматизации полевого уровня, шкафы управления и кроссовые шкафы, а также местные пункты управления.*

**Выбор ПТК** Современные АСУТП создаются с использованием микропроцессорных программно-технических комплексов, которые различаются способами технической реализации, масштабом и набором выполняемых функций. Основой технических средств ПТК являются микропроцессорные контроллеры, устройства ввода-вывода, сетевое оборудование и компьютеры в обычном и промышленном исполнении.

При выборе ПТК необходимо учитывать концепцию построения АСУТП:

1. АСУТП представляет собой систему, содержащую программируемые логические контроллеры (ПЛК) и SCADA- систему.

2. АСУТП представляет собой распределенную систему управления (PCU) или DCS (Distributed Control System).

Большинство современных АСУТП строятся на основе промышленных ПЛК + Ethernet + операторские станции + SCADA- система.

В состав ПТК должны входить: программируемый контроллер (контроллеры) с модулями ввода/вывода входных и выходных сигналов, станция оперативного управления или программируемый терминал (терминалы), сетевое оборудование, вторичные источники электропитания, источники бесперебойного питания.



# Структуризация проектируемой системы.

## Шкафы управления

Шкаф управления представляет собой комплектное низковольтное устройство, обеспечивающее комплексную защиту и автоматизацию управления технологическими процессами. Шкафы управления разрабатываются на базе микропроцессорной техники с возможностью регистрации событий и параметров и интеграции в систему АСУТП.

Шкафы управления объединяют следующие функции:

- 1) резервирование питания;
- 2) управление и защита двигателей и механизмов от недопустимых режимов работы;
- 3) поддержание требуемых климатических условий в помещении с помощью приточной и вытяжной вентиляции;
- 4) управление освещением;
- 5) учет наработки оборудования, учет воды, учет электроэнергии;
- 6) диспетчеризация.

Шкаф может изготавливаться в навесном или напольном исполнении. В оболочку шкафа устанавливается съемная панель с комплектуемым оборудованием, или оборудование размещается на рамно-реечной конструкции. Дверь шкафа выполняет функцию лицевой панели. На ней располагается управляющая и светосигнальная арматура (переключатели, световые индикаторы, панель контроллера). В шкафу предусмотрена защита электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях. Шкафы управления содержат источник бесперебойного питания (ИБП). ИБП предназначен только для бесперебойной работы контроллера во время отсутствия основного питания. Шкаф может быть укомплектован GSM модемами.

# Структуризация проектируемой системы.

## Кроссовые шкафы

Кроссовые шкафы предназначены для подключения полевых кабелей от объектов управления и датчиков к шкафам управления. Они содержат рельсы (DIN-рейки) с размещенными на них пружинными клеммами. С одной стороны к клеммам подключаются полевые кабели, с другой – кабели от блоков управления, размещенных в шкафах управления.

Вынесение клемм в отдельные шкафы обеспечивает ограничение доступа монтажников и наладчиков к электронной аппаратуре ПТК, что ведет, в том числе, к необходимой чистоте и порядку в шкафах управления. Установка отдельного кроссового шкафа с удобным доступом к клеммам, кроме того, повышает скорость и качество монтажа, а также позволяет при необходимости достаточно легко проводить перетрассировки входных/выходных сигналов ПТК, в том числе подключение к ПТК новых сигналов.

# Структуризация проектируемой системы.

## Шкафы силовой коммутации

Шкаф силовой коммутации представляет собой силовой шкаф, предназначен для автоматизации объектов любой сложности и назначения и позволяет обеспечить:

- коммутацию силовых цепей насосов, вентиляторов, электрозадвижек, конвейеров, электродвигателей и прочих устройств;
- работу с любым типом привода: однофазным и трехфазным, регулируемым и нерегулируемым;
- работу с любым видом пуска: прямым, звезда/треугольник, с использованием устройств плавного пуска и частотного регулирования;
- коммутацию силовых цепей автоматического включения резерва электропитания (АВР);
- электропитание однофазных и трехфазных нагрузок;
- размножение цепей сигнализации и управления (при помощи реле).

Шкаф может обеспечивать частотное регулирование двигателя, выполняет функции автоматического управления, контроля рабочих параметров, управления вспомогательным оборудованием (обогрев, освещение). Шкаф может изготавливаться в навесном или напольном исполнении. В оболочку шкафа устанавливается съемная панель с комплектующим оборудованием или оборудование размещается на рамно-реечной конструкции.

# Структуризация проектируемой системы.

**Подбор типовых технических средств: обоснование выбора датчиков, исполнительных механизмов, ПЛК**

## **Обоснование выбора датчиков**

В соответствии с требованиями задания, схемы автоматизации и конструкции объекта необходимо осуществить выбор датчиков технологических параметров. При выборе технических средств, реализующих требования к информационному обеспечению АСУТП, необходимо использовать унифицированные системы ГСП, характеризующиеся простотой сочетания, взаимозаменяемостью, удобством компоновки на щитах и пультах управления. При выборе технических средств, реализующих требования к информационному обеспечению АСУТП, необходимо использовать унифицированные системы ГСП, характеризующиеся простотой сочетания, взаимозаменяемостью, удобством компоновки на щитах и пультах управления.

При выборе технических средств автоматизации необходимо учитывать характер технологического процесса, условия пожаро- и взрывоопасности, токсичность и агрессивность окружающей среды; параметры и физико-химические свойства измеряемой среды; дальность передачи сигналов информации от места установки измеряемых преобразователей до пунктов контроля и управления. Требования к качеству работы системы автоматического контроля включает в себя основные метрологические данные; точность измерения; порог чувствительности; быстродействие системы.

В тех случаях, когда точность измерения не регламентирована общегосударственным или ведомственными техническими условиями, можно руководствоваться следующими рекомендациями по выбору класса точности средств измерений: класс 0,5 – приборы для контроля и регистрации ответственных параметров, характеризующих качество процесса; класс 1,0–1,5 – приборы среднего класса точности; класс 2,5 – приборы для измерения параметров, непосредственно не влияющих на качество продукта и работу аппарата; класс 4,0 – грубые приборы для оценки измерений неответственных параметров. Основой для выбора чувствительного элемента (датчика) служат характеристика контролируемой среды и диапазон изменения

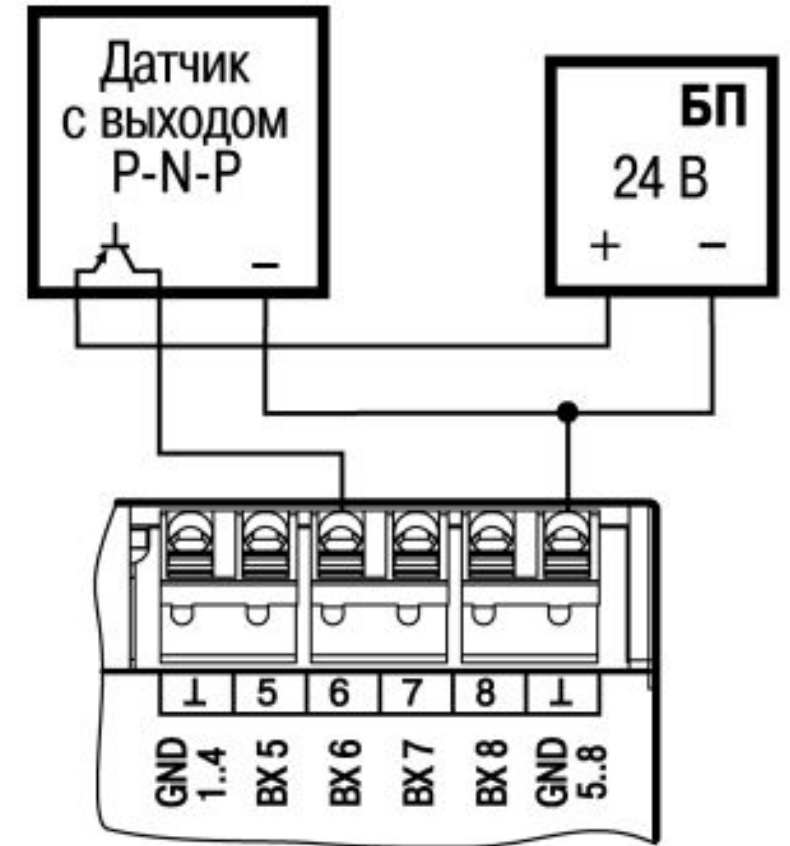
# Структуризация проектируемой системы.

**Подбор типовых технических средств: обоснование выбора датчиков, исполнительных механизмов, ПЛК**

## **Обоснование выбора датчиков**

Выбор диапазона измерений должен учитывать возможные значения контролируемого параметра в условиях нормальной работы, а также при проведении некоторых вспомогательных операций.

Принято считать, что номинальное значение измеряемого параметра должно составлять примерно  $2/3$  от диапазона измерений прибора. Однако здесь следует учитывать характер изменения контролируемой величины. Для большинства технологических измерений максимальное значение контролируемой величины может лежать в пределах последней четверти диапазона шкалы. При резких изменениях нагрузки этот максимум должен находиться в пределах  $0,5-0,7$  от диапазона шкалы. Изучаем характеристики выбранных датчиков на соответствие исходным требованиям. Проверяем возможность использования выбранного датчика для решения задачи. Разрабатываем электрические схемы подключения датчиков к контроллеру. Необходимо осветить следующие вопросы: – принцип действия; – статические и динамические характеристики; – особенности монтажа; – схемы выходных интерфейсных каскадов.





# Структуризация проектируемой системы.

**Подбор типовых технических средств: обоснование выбора датчиков, исполнительных механизмов, ПЛК**

**Обоснование выбора исполнительных механизмов (электроприводы)**

Наиболее распространенным видом исполнительных механизмов являются электрические двигатели различных типов. Двигатели постоянного тока широко используются в качестве сервомоторов, несмотря на то, что в настоящее время для этого применяются двигатели переменного тока. Основным недостатком двигателей постоянного тока является наличие механического коммутатора (коллектора), который ограничивает как мощность, так и частоту вращения двигателя. Управление двигателем постоянного тока осуществляется изменением напряжения, приложенного к ротору, иногда – напряжением возбуждения. Двигатели переменного тока (a.c. motor), как правило, применяются в тяжелых эксплуатационных условиях и особенно широко – в сельскохозяйственном производстве. Основными преимуществами двигателей переменного тока являются: – экономичность; – надежность и простота конструкции; 21 – высокая эксплуатационная надежность; – простое энергопитание, совместимое с распространенной системой электроснабжения. Отрицательными чертами двигателей переменного тока являются: более низкий момент, чем у двигателей постоянного тока, и более сложные цепи управления частотой вращения. Поскольку чаще всего на производстве применяются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, то все дальнейшие обсуждения будут касаться именно этого типа электродвигателей. Частотный способ является наиболее перспективным для регулирования асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Потери мощности при таком регулировании невелики, поскольку потери скольжения минимальны. Для частотного регулирования применяют в основном полупроводниковые преобразователи (рисунок 11), принцип действия которых основан на особенности работы асинхронного двигателя, где частота вращения магнитного поля статора зависит от частоты напряжения питающей сети. Этот способ обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне, а механические характеристики обладают высокой жесткостью. 22

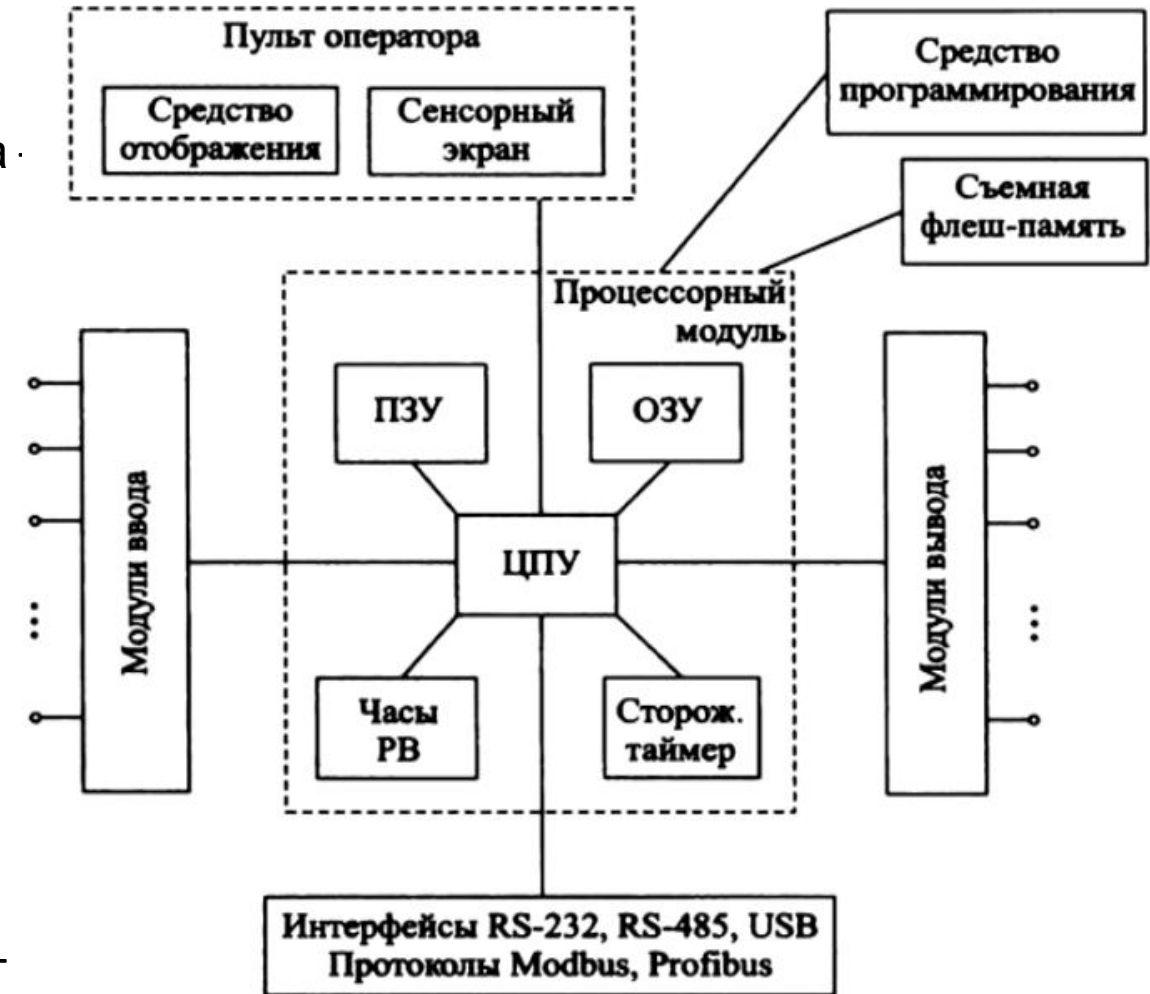
# Структуризация проектируемой системы.

Подбор типовых технических средств: обоснование выбора датчиков, исполнительных механизмов, ПЛК

## Обоснование выбора ПЛК

Микропроцессорный контроллер (синонимы этого термина – программируемый контроллер (ПК), программируемый логический контроллер (ПЛК), компьютеризированный контроллер (КК)) собирает информации с датчиков, реализует алгоритм управления программным путем и вырабатывает управляющие команды на исполнительные механизмы. Микропроцессорный контроллер – специализированный компьютер, предназначенный для построения систем управления технологическими процессами. Базовое отличие – развитый интерфейс ввода/вывода электрических сигналов, приспособленный для работы в производственных условиях

Связь контроллера с датчиками и исполнительными механизмами осуществляется с помощью модулей УСО. Имеются четыре основные разновидности модулей УСО: – модули аналогового ввода; – модули аналогового вывода; – модули дискретного ввода; – модули дискретного вывода. Основные характеристики модулей дискретного ввода: – количество входных каналов; – тип дискретного сигнала.



Структура микропроцессорного контроллера

# Структуризация проектируемой системы.

**Подбор типовых технических средств: обоснование выбора датчиков, исполнительных механизмов, ПЛК**

## **Обоснование выбора ПЛК**

Модули дискретного ввода получают сигналы от датчиков, имеющих два стабильных состояния (вкл/выкл или лог. 1/лог. 0).

Дискретный сигнал, например, может иметь следующие характеристики:

- уровень логического 0 – не более 2 В;
- уровень логической 1 – от 4 до 30 В.

Основные характеристики модулей дискретного вывода: – количество выходных каналов; – тип дискретного выходного сигнала. Модули дискретного вывода формируют сигналы для устройств сигнализации и исполнительных механизмов, имеющих два стабильных состояния (вкл/выкл или лог. 1/лог. 0). Дискретный выходной сигнал, например, может иметь следующие характеристики:

- тип выхода – «открытый коллектор»;
- коммутируемое постоянное напряжение – до 30 В;
- коммутируемый постоянный ток – до 100 мА.

Основные характеристики модулей аналогового ввода: – количество входных каналов; – тип входного сигнала.

Модули аналогового ввода могут получать сигналы от нормирующих преобразователей, а также непосредственно от датчиков температуры, давления, 24 уровня и т. д. В зависимости от типа входного сигнала модули аналогового ввода подразделяются на модули ввода сигналов тока и напряжения, модули ввода сигналов термодатчиков и модули ввода сигналов термопреобразователей сопротивления. Сигналы тока и напряжения унифицированы и имеют следующие: – от 0 до 5 мА; – от 4 до 20 мА; – от 0 до 20 мА; – от 0 до 10 В.

# Структуризация проектируемой системы.

**Подбор типовых технических средств: обоснование выбора датчиков, исполнительных механизмов, ПЛК**

## **Обоснование выбора ПЛК**

Основные характеристики модулей аналогового вывода:

- количество выходных каналов;
- тип выходного сигнала

Модули аналогового вывода формируют унифицированные сигналы тока и напряжения, подаваемые на исполнительные механизмы.

Унифицированные сигналы имеют следующие значения:

- от 0 до 5 мА;
- от 4 до 20 мА;
- от 0 до 20 мА;
- от 0 до 10 В.

Для реализации связи между контроллером и узлами распределенной периферии используются интерфейсные модули. К основным характеристикам интерфейсных модулей относятся: – поддерживаемый протокол обмена; – тип соединителя; – сетевая топология; – среда и скорость передачи данных; – максимальная длина линии связи; – максимальное число узлов в сети.

Связь контроллера с операторской станцией в основном осуществляется по интерфейсам RS-232, RS-485 и Ethernet. Эти интерфейсы могут быть встроены непосредственно в процессорный модуль контроллера или реализованы с помощью отдельных модулей.

По количеству и характеристикам входных и выходных сигналов подбираются модули УСО с аппаратным резервом в размере 10 %–15 % по количеству входных и выходных сигналов.

# Структуризация проектируемой системы.

## Особенности проектирования распределённых АСУТП

**Распределённая система управления** (англ. **Distributed Control System, DCS**) — **система управления** технологическим процессом, отличающаяся построением **распределённой системы** ввода-вывода и децентрализацией обработки данных. В РСУ значительную роль играют контуры регулирования (ПИД-регуляторы).

Распределенная система имеет следующие характеристики, отличающие ее от сосредоточенной:

- большее быстродействие благодаря распределению задач между параллельно работающими процессорами;
- повышенную надежность (отказ одного из контролеров не влияет на работоспособность других);
- большую устойчивость к сбоям;
- более простое наращивание или реконфигурирование системы;
- упрощенную процедуру модернизации;
- большую простоту проектирования, настройки, диагностики и обслуживания благодаря соответствию архитектуры системы архитектуре объекта управления, а также относительной простоте каждого из модулей системы;
- улучшенную помехоустойчивость и точность благодаря уменьшению длины линий передачи аналоговых сигналов от датчиков к устройствам ввода;
- меньший объем кабельной продукции, пониженные требования к кабелю и более низкая его стоимость;
- меньшие расходы на монтаж и обслуживание кабельного хозяйства.

# Структуризация проектируемой системы.

## Особенности проектирования распределённых АСУТП

Распределенная система управления является ядром АСУ ТП. В РСУ на различных уровнях интегрируются другие подсистемы. РСУ обеспечивает выполнение всех основных функций по управлению, отображению, регистрации и отчетности по отношению к технологическому процессу, а именно:

автоматическое регулирование;

программное (логическое) управление;

дистанционное управление (пуск, останов, изменение уставок);

управление сигнализацией и оповещением;

сбор и обработку информации о технологическом процессе и технологическом оборудовании;

графическое отображение информации о технологическом процессе и состоянии оборудования;

распознавание и сигнализацию аварийных ситуаций и отклонений процесса от заданных пределов;

ведение журнала событий;

регистрацию и архивирование параметров процесса;

формирование отчетов;

обмен информацией с внешними системами.

# Структуризация проектируемой системы.

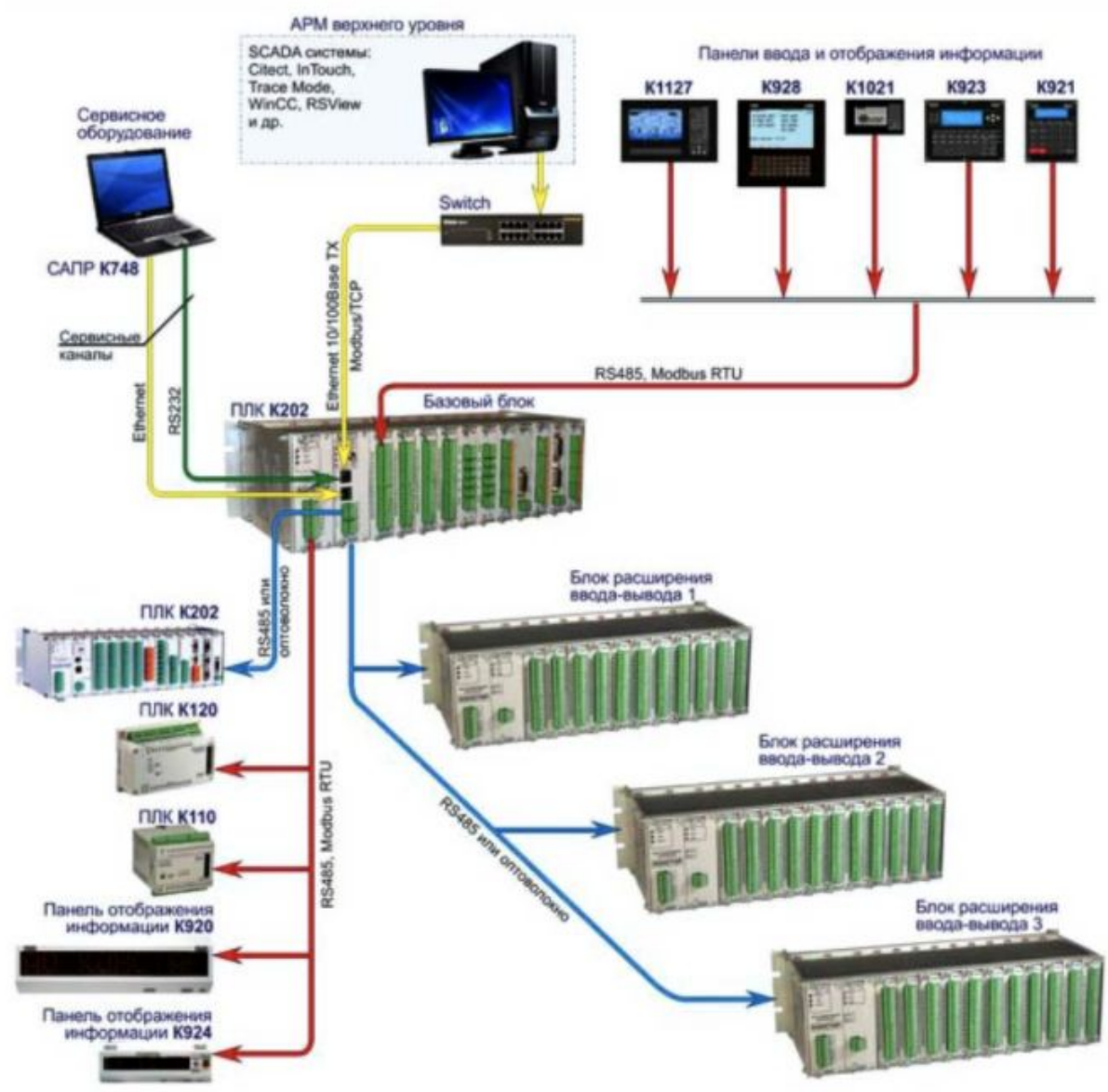
## Особенности проектирования распределённых АСУТП

Функциональное отличие PCSU от систем ПЛК+СКАДА — заключается в следующем:

- База данных распределена между контроллерами, но выглядит единой с точки зрения инженера. Именно это свойство и заложено в название «PCSU»
- Операторский интерфейс тесно интегрирован в систему. Это не ПО SCADA, которое нужно «привязывать» к аппаратным средствам (железу). В PCSU все работает сразу после включения питания и без какой-либо настройки
- Интенсивная и обширная обработка тревог (алармов) и событий реализуется также без каких-либо усилий со стороны разработчика
- Возможность вести разработку конфигурации и вносить изменения онлайн, (то есть, не останавливая процесса управления)
- Возможность менять отказавшее оборудование и расширять систему (добавлять новые узлы и платы) без отключения питания
- Глубокая диагностика от уровня операторского интерфейса до отдельного канала ввода/вывода без какой-либо настройки
- Возможность резервирования любого компонента системы (контроллер, модуль ввода/вывода, операторские станции) на аппаратном уровне и без какой-либо настройки программного обеспечения

# Структуризация проектируемой системы.

## Типовая структура PCS





# Структуризация проектируемой системы.

## Особенности проектирования распределённых АСУТП

Распределенная система смягчает также требования к операционным системам (ОС) реального времени поскольку задачи распределены между параллельно работающими контроллерами, на каждом из которых установлена отдельная ОС.

Для эффективного проектирования распределенных систем автоматизации необходимы строгие методы их описания. Необходимо также обеспечить совместимость и взаимозаменяемость между собой всех устройств, входящих в систему и выпускаемых разными производителями. Для этих целей был разработан международный стандарт МЭК 61499 "Функциональные блоки для индустриальных систем управления". Он используют три уровня иерархии моделей при разработке распределенных систем: *модель системы, модель физических устройств и модель функциональных блоков*. Модели всех уровней в соответствии со стандартом представляются в виде функциональных блоков, которые описывают процесс передачи и обработки информации в системе.

Особенностью функциональных блоков стандарта МЭК 61499 является то, что они учитывают не только традиционное инициирование выполнения алгоритма с помощью тактирования или временного расписания, но и по признаку наступления некоторых событий (событийное управление). Событийное управление является более общим, а тактирование можно рассматривать как его частный случай, заключающийся в периодическом появлении одного и того же события (сигнала тактирования).

Функциональные блоки (ФБ) могут быть использованы также для поддержания всего жизненного цикла системы, включая проектирование, изготовление, функционирование, [валидацию](#) и обслуживание. Примеры применения стандарта и дальнейшая разработка методики проектирования распределенных систем с его помощью описываются в работах

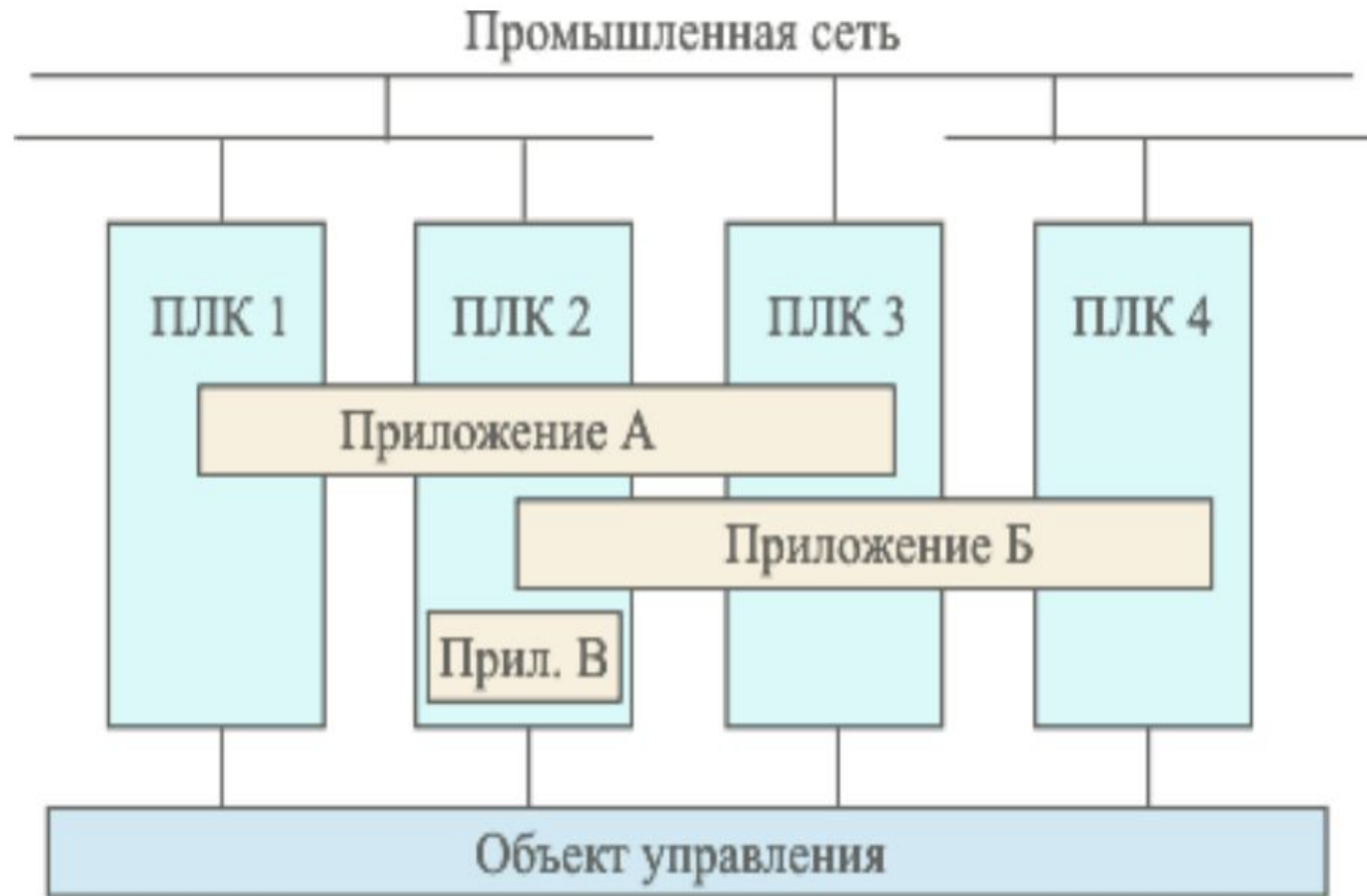
# Структуризация проектируемой системы.

## Особенности проектирования распределённых АСУТП

### Модель распределенной системы

Модель распределенной системы автоматизации соответствию со стандартом МЭК 61499 может быть представлена как набор физических устройств (например, ПЛК), взаимодействующих между собой с помощью одной или нескольких промышленных сетей ([рис](#)). Сети могут иметь иерархическую структуру.

Функции, выполняемые системой автоматизации, моделируются с помощью программного приложения, которое может располагаться в одно устройстве (например, ПЛК), как, например, приложение В на [рис](#), или может быть распределено между несколькими ПЛК, как приложения А и Б. Например, приложение, выполняющее ПИД-регулирование, может располагаться в трех устройствах, из которых первое выполняет функцию ввода данных от датчиков (является модулем ввода), второе выполняет алгоритм регулирования, третье выполняет функцию вывода данных в

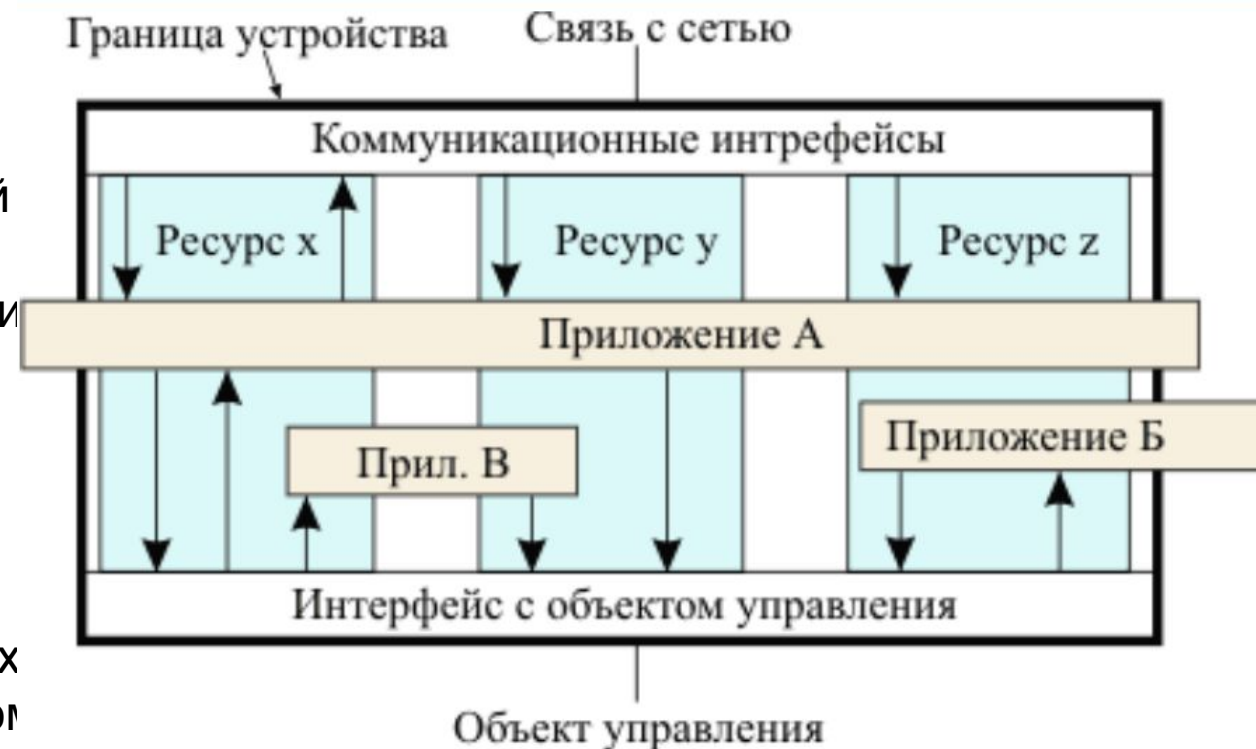


# Структуризация проектируемой системы.

## Особенности проектирования распределённых АСУТП

### Модель физического устройства

Каждое физическое устройство в распределенной системе должно содержать по крайней мере один интерфейс к объекту управления или к промышленной сети и может содержать несколько (в том числе ноль) ресурсов (определение ресурса см. ниже), см. рис.. При этом устройство по МЭК 61499 рассматривается как конкретный экземпляр определенного типа устройств, по аналогии с объектно-ориентированным программированием. Интерфейс с объектом управления обеспечивает отображение данных и событий физического процесса (например, аналоговых или дискретных сигналов) в ресурсы и обратно. В одном устройстве может быть несколько ресурсов и несколько программных приложений. Каждое приложение может исполняться на нескольких устройствах и может занимать часть ресурсов в одном устройстве (рис.). Коммуникационные интерфейсы выполняют отображение между ресурсами и промышленной сетью. Они могут предоставлять информацию ресурсу в виде данных или событий, а также выполнять



Пример модели одного из устройств, показанных на [рис \(предыдущим\)](#) (например, ПЛК2) по стандарту МЭК 61499. Стрелками показаны потоки данных и событий

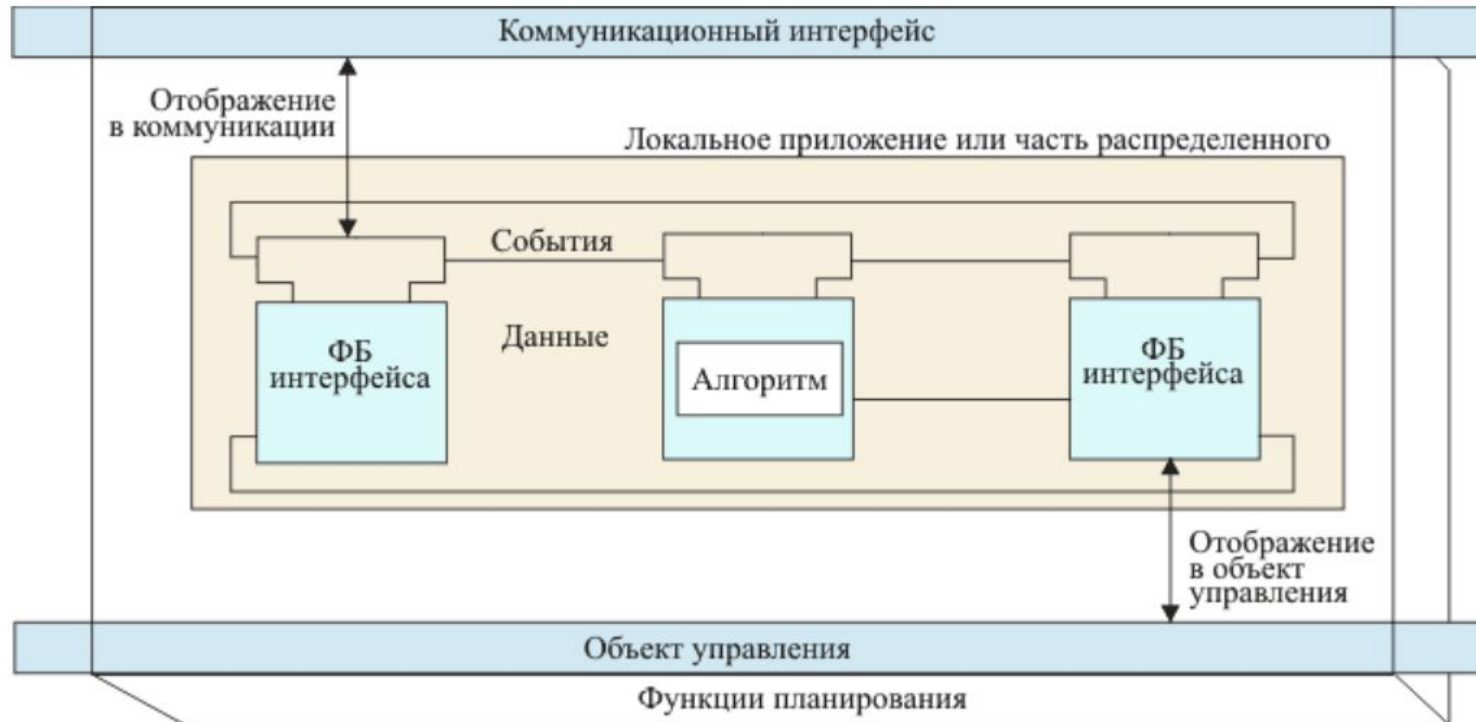
# Структуризация проектируемой системы.

## Особенности проектирования распределённых АСУТП

### Модель ресурса

Ресурс рассматривается как функциональная единица, которая содержится в устройстве (например, в ПЛК), имеет независимое управление своими операциями и обеспечивает различные сервисные функции (сервисы) для программного приложения, включая планирование и исполнение алгоритмов. Ресурс может быть создан, сконфигурирован, параметризован, стартован, удален и т. п. без воздействия на другие ресурсы устройства. Примером ресурса может быть память и время, выделенные для выполнения задачи в центральном процессоре.

В функции ресурса входит прием данных или событий от объекта управления или коммуникационного интерфейса, обработка данных и событий и возврат данных и событий в процесс или промышленную сеть, в соответствии с али ресурс.



# Структуризация проектируемой системы.

## Особенности проектирования распределённых АСУТП

### Модель программного приложения

Программное приложение состоит из сети функциональных блоков ветви которой переносят данные и события.

Поток событий определяет выполнение алгоритмов, содержащихся в функциональных блоках. В состав функциональных блоков могут входить и другие программные приложения.

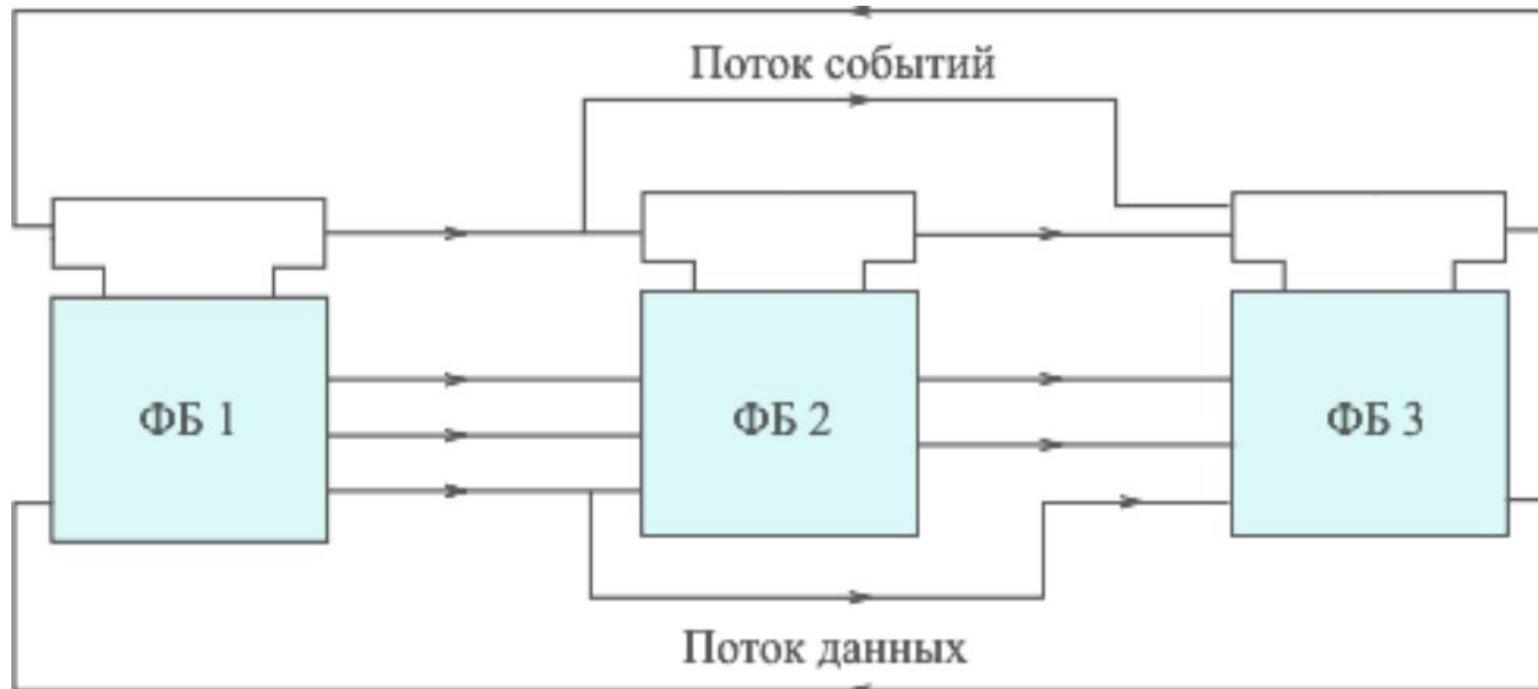
Программные приложения могут быть распределены между несколькими ресурсами в одном или в нескольких устройствах (ПЛК). Ресурс реагирует на события, поступающие из интерфейсов, следующими способами:

планированием и исполнением алгоритма;

модифицированием переменных;

генерацией ответных событий;

взаимодействием с интерфейсами.



# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

**Схемы автоматизации** являются основным техническим документом, который определяет структуру и функциональные связи между технологическим процессом, приборами, средствами контроля и управления и отражает характер **автоматизации** технологических процессов.

Согласно ГОСТ 21.408-93, на схеме автоматизации изображают:

- Технологическое и инженерное оборудование и коммуникации (трубопроводы, газоходы, воздуховоды) автоматизируемого объекта.
- Технические средства автоматизации или контуры контроля, регулирования и управления (контур — совокупность отдельных функционально связанных приборов, выполняющих определенную задачу по контролю, регулированию, сигнализации, управлению и т.д.).
- Линии связи между отдельными техническими средствами автоматизации или контурами (при необходимости).

При необходимости на поле чертежа даются пояснения и таблица условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами.

Схемы автоматизации выполняют двумя способами:

- развернутым, при котором на схеме изображают состав и место расположения технических средств автоматизации каждого контура контроля и управления. Пример выполнения схемы по первому варианту приведен на рис. 6.3;
- упрощенным (рис. 6.4), при котором на схеме раскрывают основные функции контуров контроля и управления (без выделения входящих в них отдельных технических средств автоматизации и указания места расположения).

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

### Задачи при разработке ФСА

При разработке схем автоматизации технологических процессов необходимо решить следующие основные задачи: – сбор и первичная обработка информации;

- расчет и контроль технико-экономических показателей;
- представление информации диспетчеру;
- контроль состояния оборудования;
- контроль отклонений технологических параметров;
- программное и дистанционное управление;
- учет технологических параметров;
- учет технико-экономических показателей;
- учет состояния оборудования.

**Общие принципы выполнения ФСА** Схемы выполняют в виде чертежа, на котором схематически, условными изображениями показывают технологическое оборудование, коммуникации, первичные измерительные преобразователи и устройства, вторичные приборы и регуляторы, исполнительные механизмы, регулирующие органы, щиты и пульты, а также связи между технологическим оборудованием, приборами и средствами автоматизации.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

### Изображение технологического оборудования на ФСА

При изображении оборудования показываются:

- элементы строительных конструкций и чертежей (фундаментные отметки, стены, колонны, фермы и т.д.); – элементы конструкций оборудования (опоры, опорные конструкции, патрубки),
- вспомогательное технологическое оборудование, не влияющее на ход технологического процесса (например, резервное и переносное оборудование).

Однотипное оборудование, работающее последовательно, на функциональных схемах автоматизации показывается все, а работающее параллельно – одним аппаратом.

**Нумерация оборудования** на функциональных схемах автоматизации осуществляется двумя способами.

Первый – название объекта пишется словами внутри конкретного оборудования (одно, два слова, например, котел варочный). Второй – цифрой арабской внутри контура оборудования (в центре или в любом одном и том же углу внутри контурного изображения).

**Последовательность нумерации** оборудования может осуществляться двумя способами:

- для периодических процессов цифра 1 присваивается главному аппарату, остальные цифры – по последовательности протекания процесса;
- для непрерывных процессов – по ходу протеканию процесса.



# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

### Изображение технологических коммуникаций на ФСА

Коммуникациями называются устройства для передачи или транспортировки вещества или энергии.

К ним относятся:

- трубопроводы (водопроводы, паропроводы и т.д.);
- технологическое оборудование, предназначенное для транспортировки веществ (транспортеры, рольганги, шнеки, лифты и т.д.);
- провода и кабельные линии (линии питания электрическим током с различным напряжением, линии связи измерительные, сигнальные, компьютерные и т.д.).

На функциональных схемах автоматизации рисуют только первые две группы коммуникаций. Изображаются все коммуникации в виде сплошных прямых линий.

Графика линий бывает следующей:

- в виде вертикальных и горизонтальных линий;
- в виде линий, нарисованных по принципу кратчайшего расстояния между объектами;
- в виде плавных лекальных кривых.

На линиях трубопроводов имеются также условные обозначения мест их соединений (ответвлений) и разветвлений. На наличие соединения указывает точка, изображаемая в месте разветвлений линий трубопроводов.




На технологических трубопроводах обычно показывают ту регулирующую или запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле и управлении процессов, а также запорные и регулирующие органы, необходимые для определения относительного расположения мест отбора, импульсов или поясняющие необходимость измерений.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

Все линии трубопроводов или других технологических коммуникаций снабжаются стрелками, которые указывают направление движения потока. Графически стрелки представляют собой равносторонний треугольник со стороной, равной 5 мм.

*Условные обозначения соединений и пересечений трубопроводов, подвода и выпуска технологических*

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Соединение трубопроводов		Пересечение трубопроводов	
Подвод жидкости под давлением		Слив жидкости	
Подвод газа, пара, воздуха под давлением		Выпуск газа, пара, воздуха под давлением	

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

### Основные устройства, которые изображаются на ФСА

Измерительное устройство в общем случае состоит из первичного, промежуточного и передающего измерительных преобразователей.

**Первичным измерительным преобразователем** (или сокращенно первичным преобразователем) называют элемент измерительного устройства, к которому подведена измеряемая величина. Первичный преобразователь занимает первое место в измерительной цепи (канале измерения). Примерами первичных измерительных преобразователей могут служить: преобразователь термоэлектрический (термопара), сужающее устройство для измерения расхода и др. Первичные измерительные преобразователи часто называют датчиками.

**Промежуточным измерительным преобразователем** (или сокращенно промежуточным преобразователем) называют элемент измерительного устройства, занимающий в измерительной цепи место после первичного преобразователя. Основное назначение промежуточного преобразователя – преобразование выходного сигнала первичного измерительного преобразователя в форму, удобную для последующего преобразования в сигнал измерительной информации для дистанционной передачи.

**Передающим измерительным преобразователем** (или сокращенно передающим преобразователем) называют элемент измерительного устройства, предназначенный для дистанционной передачи сигнала измерительной информации.

К первичным преобразователям также относятся отборные и приемные устройства. Под отборными и приемными устройствами понимают устройства, встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы для отбора контролируемой среды и измерения ее параметров.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

### Основные устройства, которые изображаются на ФСА

**Измерительным прибором** называют средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Измерительные приборы могут иметь различные функциональные отличия, могут быть показывающими, регистрирующими, самопишущими, интегрирующими и т.д. Кроме того, в них могут быть встроены регулирующие, преобразующие и сигнализирующие устройства. В связи с этим условные обозначения приборов и преобразующих устройств состоят из основного условного изображения прибора или устройства и вписываемых в него обозначений контролируемых и регулируемых величин, а также их функциональных признаков.

**Исполнительные механизмы** в отличие от регулирующих органов представляют собой относительно сложные многоэлементные устройства. Они отличаются друг от друга принципом действия, техническими и эксплуатационными характеристиками, а также конструктивными особенностями. По роду используемой энергии исполнительные механизмы подразделяют на гидравлические, пневматические, электрические и комбинированные.

Регулирующие органы по конструкции представляют собой устройства, монтируемые непосредственно в технологические трубопроводы: различные клапаны, заслонки, шиберы и т. п. Управление регулируемыми органами осуществляется исполнительными механизмами, выполняющими функции их приводов.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

### Изображение приборов и средств автоматизации на ФСА

Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов изображают сплошной тонкой линией, соединяющей технологический трубопровод или аппарат с прибором.

При необходимости указания конкретного места расположения отборного устройства (внутри контура технологического аппарата) его обозначают кружком диаметром 2 мм.

Наименование	Обозначение
1. Прибор, устанавливаемый вне щита (по месту): а) основное обозначение б) допускаемое обозначение	
2. Прибор, устанавливаемый на щите, пульте: а) основное обозначение б) допускаемое обозначение	
3. Исполнительный механизм. Общее обозначение	
4. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала: а) открывает регулирующий орган б) закрывает регулирующий орган в) оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
5. Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом	
6. Линия связи. Общее обозначение	
7. Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
8. Пересечение линий связи с соединением между собой	

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

Основные параметры и показатели параметров технологического объекта и процесса

№/п	Параметры и показатели	Обозначения	
		В технологических схемах	В схемах автоматизации
	Расход потоков	$G$	$F$
	Давление среды	$P$	$P$
	Температура	$t^{\circ}$	$T$
	Концентрация	$C\%$	$Q^{c\%}$
	Величина $pH$	$pH$	$Q^{pH}$
	Уровень	$H$ или $h$	$H$
	Концентрация РВ		
	Влажность	$W$	$M$
	Плотность	$\rho$	$D$
0	Качество выхода продукта	$\chi$	$Q^{\chi}$
1	Белизна	$B\%$	$Q^b$
2	Перепад давления	$\Delta P$	$PD$
3	Содержание лигнина в целлюлозе	$K_1\%$	$Q^{K_1}$
4	Температура теплоносителя	$t^{\circ}$	$T$
5	Расход теплоносителя	$G$	$F$
6	Концентрация дрожжей	$C/г/л$	$Q^{C/г/л}$
7	Остаточная влажность	$W$	$M$
8	Скорость теплоносителя	$w$ (м/с)	$S$
9	Отводимое тепло	$Q$ (Вт)	

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

### Методы построения условных обозначений по ГОСТ

При упрощенном методе построения приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например, контроль, регулирование, сигнализацию и выполнение в виде отдельных блоков изображают одним условным обозначением. При этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру не изображают. При развернутом методе построения каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект средств автоматизации, указывают отдельным условным обозначением.

Условные обозначения приборов и средств автоматизации, применяемые в схемах, включают графические, буквенные и цифровые обозначения. В верхней части графического обозначения наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение. В нижней части графического обозначения наносят цифровое (позиционное) обозначение прибора или комплекта средств автоматизации.

Порядок расположения букв в буквенном обозначении принимают следующим: основное обозначение измеряемой величины; дополнительное обозначение измеряемой величины (при необходимости); обозначение функционального признака прибора.

При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства (кроме устройств ручного управления) является наименованием измеряемой комплектом величины.

Буквенные обозначения устройств, выполненных в виде отдельных блоков и предназначенных для ручных операций, независимо от того, в состав какого комплекта они входят, должны начинаться с буквы Н.

Порядок расположения буквенных обозначений функциональных признаков прибора принимают с

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

### Методы построения условных обозначений по ГОСТ

При построении буквенных обозначений указывают не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используют в данной схеме. Букву А применяют для обозначения функции «сигнализация» независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор. Букву S применяют для обозначения контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки. При применении контактного устройства прибора, для включения, отключения и одновременно для сигнализации в обозначении прибора используют обе буквы: S и А. Предельные значения измеряемых величин, по которым осуществляется, например, включение, отключение, блокировка, сигнализация, допускается конкретизировать добавлением букв Н и L. Эти буквы наносят справа от графического обозначения. При необходимости конкретизации измеряемой величины справа от графического обозначения прибора допускается указывать наименование или символ этой величины. Для обозначения величин, не предусмотренных данным стандартом, допускается использовать резервные буквы. Применение резервных букв должно быть расшифровано на схеме. Подвод линий связи к прибору изображают в любой точке графического обозначения (сверху, снизу, сбоку). При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи наносят стрелки.



# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации



Принцип построения условного обозначения прибора

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

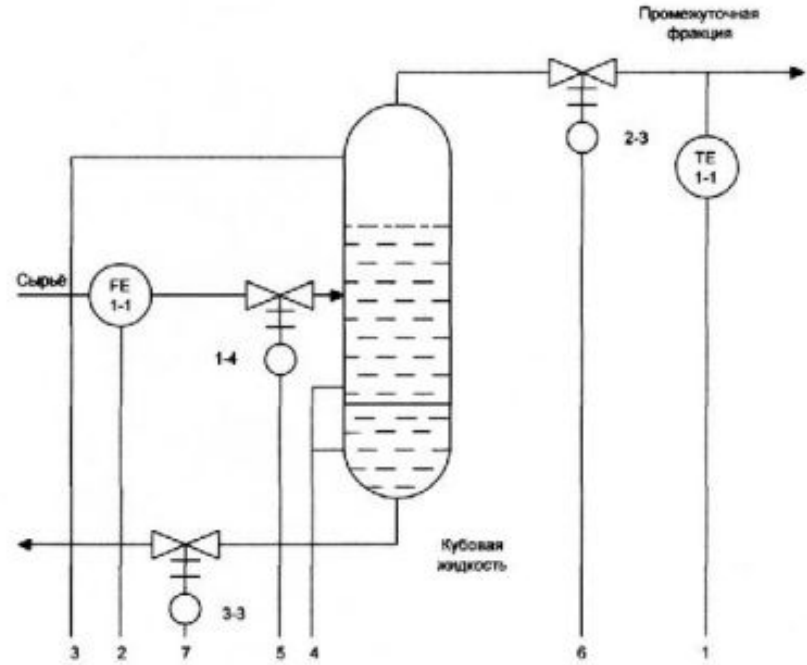
Изображение щитов, пультов, стативов на ФСА

Щиты, стативы и пульта управления на функциональных схемах изображают условно в виде прямоугольников произвольных размеров достаточных для нанесения графических условных обозначений устанавливаемых на них приборов, средств автоматизации, аппаратуры управления и сигнализация. Комплектные устройства (машины централизованного контроля, управляющие машины, комплекты телемеханики и др.) обозначаются на схемах также в виде прямоугольника произвольных размеров с указанием внутри прямоугольника типа устройства. Функциональные связи между технологическим оборудованием и установленными на нём первичными преобразователями, а также со средствами автоматизации, установленными на щитах и пультах, на схемах, показываются тонкими сплошными линиями. При этом каждая связь изображается одной линией независимо от фактического количества проводов или труб, осуществляющих эту связь. К условным обозначениям приборов и средств автоматизации для входных и выходных сигналов линии связи допускается подводить с любой стороны. Линии связи должны наноситься на чертежи по кратчайшему расстоянию и проводиться с минимальным числом изгибов и пересечений. При этом допускается пересечение линиями связи изображений технологического оборудования и коммуникаций. Пересечение линиями связи условных обозначений приборов и средств автоматизации не допускается. Для больших и сложных систем автоматизации, когда вычерчивание непрерывных линий связи ведет к сложным их переплетениям, затрудняющим чтение чертежа, линии связи допускается разрывать. При этом для удобства чтения схемы оба конца линий связи в местах разрыва нумеруются одной и той же арабской цифрой. Номера линий связи располагаются в горизонтальных рядах

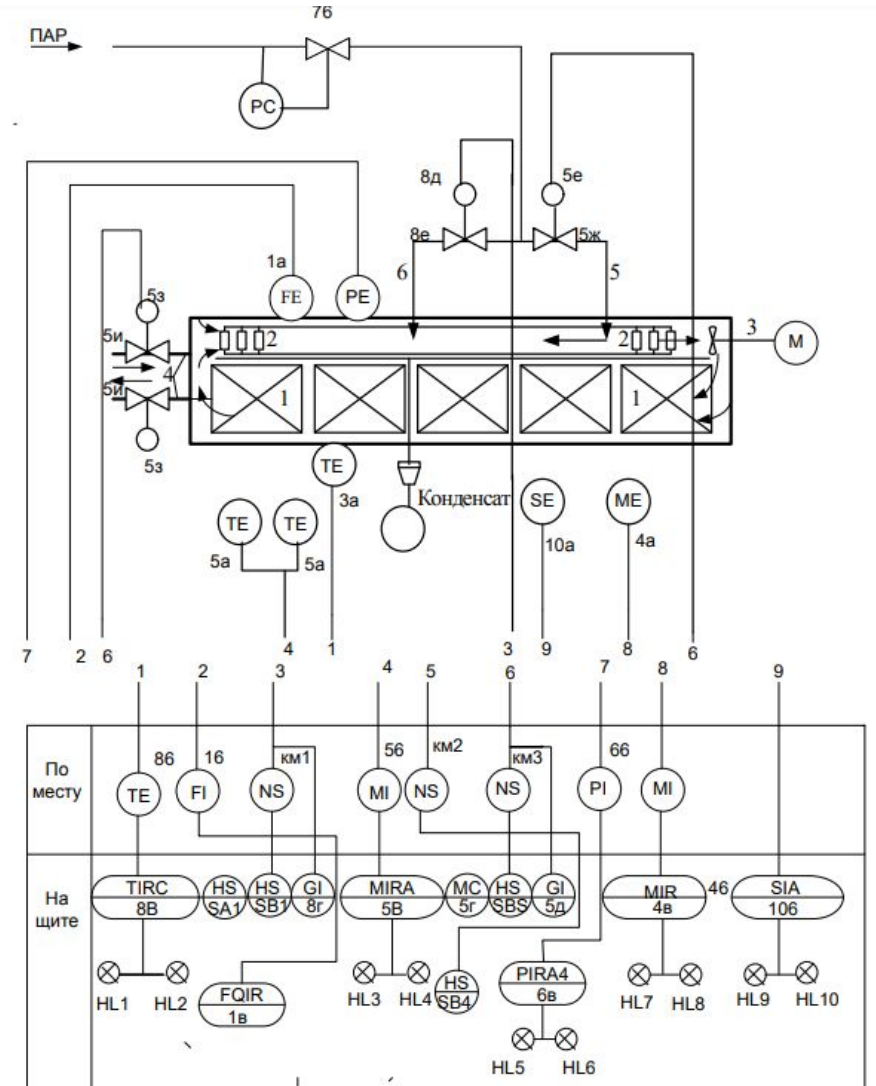
# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Схемы автоматизации

Для разработки ФСА допускают выделения контуров измерения, регулирования, регистрации, сигнализации



Приборы по месту		1	2	3	4	5	6	7
		FT 1-2	PT 2-1	LT 3-1	NS 1-3	NS 2-2	NS 3-2	
Путь управления	Нисколько-тные коммутирующие устройства	↓	↓	↓	↑	↑	↑	
	Устр-во управ-ния							
	Защита							
	Регулирование							
Путь информации	Средства отображения информации							
	Измерение							
	Регистрация							
	Сигнализация							
		Контроль параметров			Регулирование			



По месту	1	2	3	4	5	6	7	8	9
По месту	TE 86	FI 16	NS км1	MI 56	NS км2	NS км3	PI 66	MI	
На щите	TIRC 8B		HS SA1	HS SB1	GI 8r	MIRA 5B	MC 5r	HS SBS	GI 5d
	HL1	HL2	FQIR 1B	HL3	HL4	HS 5B4	PIRA4 6B	HL7	HL8
									HL9

Пример построения функциональных схем автоматизации

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

**Принципиальные электрические схемы** определяют полный состав приборов, аппаратов и устройств (а также связей между ними), действие которых обеспечивает решение задач управления, регулирования, защиты, измерения и сигнализации. Принципиальные схемы служат основанием для разработки других документов проекта: монтажных таблиц щитов и пультов, схем внешних соединений и др.

Принципиальные электрические схемы управления, регулирования, измерения, сигнализации, питания, входящие в состав проектов автоматизации технологических процессов, выполняют в соответствии с требованиями государственных стандартов по правилам выполнения схем, условным графическим обозначениям, маркировке цепей и буквенно-цифровым обозначениям элементов схем. Исключением является основная надпись чертежа, которую оформляют так же, как и основные надписи других чертежей, входящих в состав проекта; обозначение (шифр) схемы имеет порядковый номер по описи материалов проекта.

Из стандартов [ГОСТ 2.701-84](#), [ГОСТ 2.702-75](#) и [ГОСТ 2.708-81](#) определяют общие требования и правила выполнения схем.

ГОСТ 2.709-72 устанавливает требования к обозначению цепей, а [ГОСТ 2.710-81](#) - к буквенно-цифровым обозначениям элементов схем.

Общие требования по выполнению принципиальных схем систем автоматизации содержатся в [ГОСТ 21.408-93](#) (п.4.4). В этом ГОСТе указывается, что в зависимости назначения и применяемых средств автоматизации разрабатывают:

принципиальные электрические и пневматические схемы контуров контроля регулирования и управления; принципиальные схемы питания.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

На чертежах принципиальных электрических схем системы автоматизации в общем случае должны изображаться:

- цепи управления, регулирования, измерения, сигнализации, электропитания, силовые цепи;
- контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, и контакты аппаратов других схем;
- диаграммы и таблицы включений контактов переключателей, программных устройств, конечных и путевых выключателей, циклограммы работы аппаратуры;
- таблицы применяемости;
- поясняющая технологическая схема, схема блокировочных зависимостей работы оборудования;
- циклограмма работы оборудования;
- необходимые пояснения и примечания;
- перечень элементов;
- основная запись.

Принципиальные электрические схемы электропитания выполняют, как правило, отдельно для питающей и распределительной сетей. Схема питающей и распределительной сетей могут изображаться на отдельных листах либо на одном, если распределительная сеть состоит из небольшого числа групп питания.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Правила выполнения принципиальных схем.

При построении принципиальных электрических схем необходимо выбрать аппаратуру, которая обеспечивала бы нормальное функционирование системы управления. Для этого сначала определяется напряжение цепей управления. Для большинства электронных регуляторов цепи управления рассчитаны на напряжение 220 В переменного тока, поэтому вся остальная аппаратура: ключи и переключатели управления, магнитные усилители и пускатели, реле и сигнальные лампы — выбираются на указанное напряжение.

**1.1** На принципиальной схеме отображают все электрические элементы или устройства необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

**1.2** На схеме допускается изображать соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые в изделии по конструктивным изображениям.

**1.3** Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении.

В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы.

**1.4** Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах Единой системы конструкторской документации.

**1.5** Элементы, используемые в изделии частично, допускается изображать на схеме неполностью, ограничиваясь изображением только используемых частей.

**1.6** Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.

**1.7** При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Правила выполнения принципиальных схем.

**1.8** При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.

**1.9** Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в общую линию (в жгут), но при подходе к контактам элементам каждую линию связи изображают отдельной линией. При слиянии линий связи каждую линию помечают в местах слияния, а при необходимости и на обоих концах условными обозначениями (цифрами, буквами или сочетанием букв и цифр) или обозначениями, принятыми для электрических цепей.

**1.10** Каждый элемент или устройство, входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь позиционное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ.

**1.11** Позиционные обозначения элементам (устройствам) следует присваивать в пределах изделия (установки).

**1.12** Порядковые номера элементам (устройствам) следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например, *R1, R2, R3* и т. д., *C1, C2, C3* и т. д.

**1.13** Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

При необходимости допускается изменять последовательность присвоения порядковых номеров в зависимости от размещения элементов в изделии, направления прохождения сигналов или функциональной последовательности процесса.

При внесении изменений в схему последовательность присвоения порядковых номеров может быть

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Правила выполнения принципиальных схем.

**1.15** На схеме изделия, в состав которого входят устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, допускается позиционные обозначения элементам присваивать в пределах каждого устройства.

Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств то позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах этих устройств.

Элементам, не входящим в устройства, позиционные обозначения присваивают после элементов, входящих в устройства.

**1.16** На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме.

Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов должна осуществляться через позиционные обозначения.

Допускается в отдельных случаях, установленных в государственных или отраслевых стандартах, все сведения об элементах помещать около условных графических обозначений.

**1.17** Перечень элементов помещают на первом листе документа.

**1.18** Перечень элементов оформляют в виде таблицы

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
20	110	10	

Dimensions: Total width 185, height 15. Column widths: 20, 110, 10. Right margin 8 mm.



# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Правила выполнения принципиальных схем.

если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают, как правило, над основной надписью.

Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм

Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ.

В графах перечня указывают следующие данные:

- в графе «Поз. обозначение» — позиционное обозначение элемента, устройства или обозначение функциональной группы;
- в графе «Наименование» — наименование элемента (устройства) в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия);
- при необходимости указания технических данных элемента, не содержащихся в его наименовании, эти данные рекомендуется указывать в графе «Примечание»;

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Правила выполнения принципиальных схем.

**1.19** Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. Если на схеме применяют позиционные обозначения, составленные из букв латинского и русского алфавитов, то в перечень вначале вписывают элементы с позиционными обозначениями, составленными из букв латинского алфавита, а затем из русского алфавита.

В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп — и между элементами.

**1.20** Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: *R3, R4; C8 ... C12*, а в графу «Кол.» - общее количество таких элементов.

**1.21** При записи элементов, имеющих одинаковую первую часть позиционных обозначений, допускается:  
— записывать наименование элементов в графе «Наименование» в виде общего наименования (заголовка) один раз на каждом листе перечня;  
— записывать в общем наименовании (заголовке) обозначения документов, на основании которых эти элементы применены.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Правила выполнения принципиальных схем.

**1.22** На схеме следует указывать обозначения выводов (контактов) элементов {устройств), нанесенные на изделие или установленные в их документации.

Если в конструкции элемента (устройства) и в его документации обозначения выводов (контактов) не указаны, то допускается условно присваивать им обозначения на схеме, повторяя их и в дальнейшем в соответствующих конструкторских документах.

При условном присвоении обозначений выводам (контактам) на поле схемы помещают соответствующее пояснение.

При изображении на схеме нескольких одинаковых элементов (устройств) обозначения выводов (контактов) допускается указывать на одном из них.

**1.23** На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации (например, переключатели, потенциометры и т. п.), помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения.

**1.24** На схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей изделия (частоту, напряжение, силу тока, сопротивление, индуктивность и т. п.), а также параметры, подлежащие измерению на контрольных контактах, гнездах и т. п.

Если невозможно указать характеристики или параметры входных и выходных цепей изделия, то указывают наименование цепей или контролируемых величин.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Правила выполнения принципиальных схем.

**1.25** При оформлении принципиальных схем изделия, в состав которых входят устройства, имеющие самостоятельные принципиальные схемы, каждое такое устройство рассматривают как элемент схемы изделия, присваивают ему позиционное обозначение, записывают в перечень элементов одной позицией и выполняют следующие требования;

— на схеме изделия устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему, изображают в виде прямоугольника или условного графического обозначения.

При изображении устройства в виде прямоугольника допускается в прямоугольнике взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов помещать таблицы с характеристиками входных и выходных цепей

На схеме изделия, в прямоугольники, изображающие устройства, допускается помещать структурные или функциональные схемы устройств, либо полностью или частично повторять их принципиальные схемы. Элементы этих устройств в перечень элементов не записывают.

**1.26** При присвоении элементам позиционных обозначений соблюдают сквозную нумерацию в пределах изделия (установки).

**1.27** На поле схемы допускается помещать указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей, которыми должны быть выполнены соединения элементов, а также указания о специфических требованиях к электрическому монтажу данного изделия.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы Примеры выполнения принципиальных схем

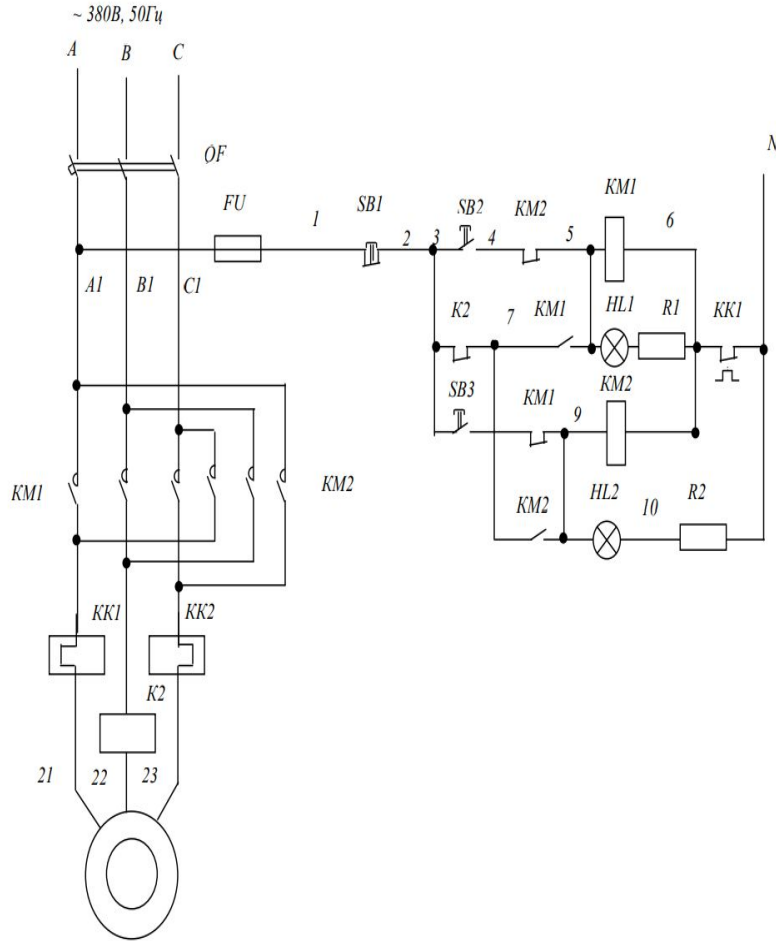
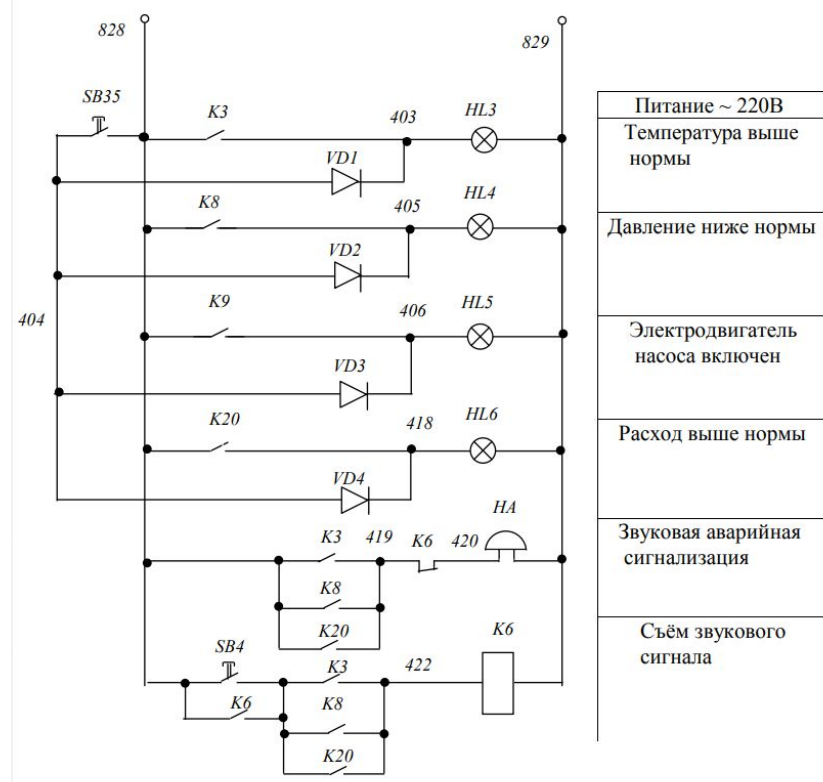


Схема электрическая  
принципиальная управления  
реверсивным электродвигателем



Примеры построения схем сигнализации,  
совмещенных со схемами управления

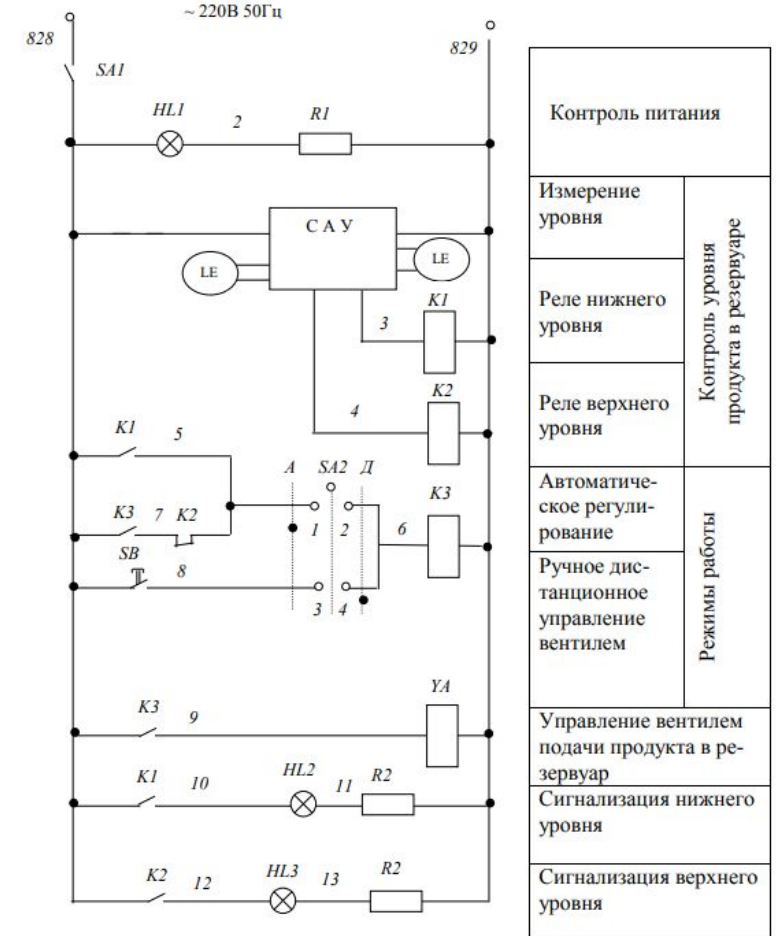


Схема электрическая принципиальная  
автоматического регулирования и  
сигнализации уровня в резервуаре

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Составление алгоритма работы

При составлении алгоритма работы схемы кратко описывают условия работы исполнительных элементов схемы при заданной последовательности воздействий (ручные команды оператора, сигналы других автоматических устройств и т. п.) на ее приемные элементы, т. е. контакты ключей управления, кнопок, сигнализирующих приборов и др. Исполнительные элементы (катушки магнитных пускателей, электромагниты, звуковые и световые сигнализаторы и т. п.) передают воздействия внешним объектам. Наряду с приемными и исполнительными элементами в многотактных схемах в отличие от однотоковых есть еще и промежуточные элементы, которые обеспечивают определенную последовательность в передаче воздействий приемных элементов на исполнительные. Алгоритм работы схемы составляется после тщательного изучения исходных условий. При этом стремятся использовать существующие типовые алгоритмы, корректируя их с учетом особенностей автоматизируемого технологического процесса.

**Алгоритмы работы схем управления электроприводами производственных механизмов** При их составлении наряду с автоматическим управлением в схеме следует предусмотреть ручное управление, которое может быть как местным, так и дистанционным., Причем местное управление может использоваться наряду с дистанционным, если наладка и опробование механизмов с помощью последнего затруднены из-за отдаленности щитов управления. Режим управления выбирается специально предназначенным для этой цели переключателем выбора режима (ПВР). Не рекомендуется использовать один командоаппарат и в качестве ПВР, и в качестве устройства для пуска и останова электродвигателя. При положении ПВР, соответствующем местному управлению, должна исключаться возможность пуска механизма в любом другом режиме. В схеме должен быть также предусмотрен аппарат для аварийного отключения электропривода вне зависимости от режима его работы, который устанавливается вблизи соответствующего механизма. При управлении двумя аналогичными производственными механизмами, один из которых является резервным, можно предусмотреть следующие режимы работы: автоматический

# **Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.**

**Принципиальные электрические и пневматические схемы**

**Составление алгоритма работы**

**Алгоритмы работы схем сигнализации**

При их составлении выбирают характер действия звукового и светового сигналов. Действие звукового сигнала может быть одно- и многократным. В схемах с однократным действием звукового сигнала последний подается только при поступлении первого сигнала. Поступление остальных сигналов (при уже поданном первом) вызывает лишь появление дополнительных световых сигналов без звука. Таким образом сигнализируется останов электродвигателей ПТС, вызванный срабатыванием блокировочных связей после аварийной остановки одного из них. В схемах с многократным действием звукового сигнала (например, в большинстве схем технологической сигнализации) замыкание любого из сигнальных контактов вызывает появление соответствующего светового и одновременно с ним звукового сигналов. Среди схем технологической сигнализации только схема аварийной защиты и сигнализации, в которой нарушение любого из контролируемых параметров вызывает останов всего агрегата, проектируется с однократным действием звукового сигнала. Световой сигнал может подаваться ровным или мигающим горением сигнальной лампы.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Выбор аппаратуры управления и сигнализации

Для принципиальных электрических схем выбор такой аппаратуры в первую очередь определяется принятым для питания схемы напряжением и родом тока, а также выполняемыми данной аппаратурой функциями, необходимым числом регулирующих органов и контактов, характеристикой помещения, где будет устанавливаться аппаратура", с точки зрения его опасности при применении электрооборудования. Во всех случаях стремятся к применению однородной по своим техническим характеристикам аппаратуры, причем необходимое исполнение ее определяется по ПУЭ в зависимости от класса помещений, в которых она устанавливается. При выборе аппаратуры управления и сигнализации прежде всего учитывают род тока, номинальное напряжение и мощность, допустимые параметры окружающей среды, установочные размеры и исполнение. Кроме того, на выбор аппаратуры управления влияет величина предельной разрывной способности исполнительных органов аппаратуры, число включений и переключений, а при выборе реле - дополнительно время срабатывания и отпускания, число исполнительных и реагирующих органов, кратность пускового тока; при выборе кнопок и кнопочных станций - число штифтов и контактов (замыкающих и размыкающих); при выборе переключателей и выключателей - число секций, диаграмма замыкания контактов, число фиксированных, положений и угол поворота рукоятки, число полюсов. При питании переменным током схем сигнализации, >. имеющих диоды, могут быть применены только те реле переменного тока, которые срабатывают в схеме однополупериодного выпрямления с последующей самоблокировкой на полное напряжение. В качестве световых сигнализаторов в схемах технологической сигнализации используют табло с высвечиваемыми надписями о содержании подаваемого сигнала, а в схемах производственной сигнализации - сигнальную арматуру с круглыми линзами разного цвета. Линзы красного цвета применяют для подачи аварийного сигнала, зеленого - сигнала нормального режима, желтого - сигналов другого назначения, белого - разных сигналов одной сигнальной лампой.



# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Выбор аппаратуры управления и сигнализации

Сигнальные лампы рекомендуется выбирать на напряжение, несколько превышающее номинальное, либо включать последовательно с лампами добавочный резистор, учитывая, что уменьшение напряжения питания на 10 % увеличивает срок службы лампы примерно в 3 раза. Добавочный резистор включают также в том случае, когда напряжение питания схемы сигнализации превышает номинальное напряжение лампы. Выбор звукового сигнализатора зависит от характера сигнала, продолжительности его включения, номинального напряжения и потребляемой мощности. В схемах технологической сигнализации в качестве звуковых сигнализаторов чаще всего применяют звонки, в схемах производственной сигнализации - гудки и ревуны. Выбор прибора с технологическим контактом включает анализ тех же факторов, которые определяют выбор приборов для систем автоматического контроля. Кроме них еще учитывают пределы настройки и точность срабатывания контактов, их разрывную мощность и допустимое напряжение. При недостаточной разрывной мощности контактного устройства, низком допустимом напряжении на контактах, а также при необходимости размножения сигнала в схему дополнительно включают промежуточное

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

**Принципиальные электрические и пневматические схемы**

**Принципиальные пневматические схемы.**

**Гидравлическая (пневматическая) схема** — это технический, содержащий в виде условных графических изображений или обозначений информацию о строении изделия, его составных частях и взаимосвязи между ними, действие которого основывается на использовании энергии сжатой жидкости (газа).

Гидравлическая схема является одним из видов схем изделий и обозначаются в шифре основной надписи литерой «Г» (пневматическая — литерой «П»).

Правила выполнения гидравлических и пневматических схем устанавливает *ГОСТ 2.704-76*.

Условные графические обозначения элементов, применяемых в этих схемах, выполняют по *ГОСТ 2.780-96*, *ГОСТ 2.781-96* и *ГОСТ 2.784-96*.

Каждый элемент или устройство, входящее в изделие и изображенное на схеме, имеет позиционное обозначение, состоящее из прописной буквы русского алфавита и цифры.

Буквы и цифры выполняют одним размером стандартного шрифта.

Буквенное обозначение состоит из одной или двух букв: начальных или характерных в названии элемента.

Например, бак – Б, клапан обратный – КО и т. п.

Таблица буквенных обозначений помещена в обязательном приложении к *ГОСТ 2.704-76* – «Правила выполнения гидравлических и пневматических схем».

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Принципиальные пневматические схемы.

Например, гидробак – Б, гидро (пневмо) клапан – К, гидро (пневмо) клапан предохранительный – КП, фильтр – Ф, насос – Н и т. п.

Порядковый номер, входящий в цифровое обозначение элемента, назначается с единицы в пределах группы одинаковых элементов с одинаковыми буквенными обозначениями.

Например, Фильтр – Ф1, Ф2 и т. п.

Порядковые номера обозначаются обычно в зависимости от расположения элементов на схеме – сверху вниз и слева направо. Позиционное обозначение наносят на схеме рядом, справа или над условным графическим изображением элемента.

Данные об элементах записываются в стандартной таблице перечня элементов над основной надписью. Если вся таблица перечня не помещается над основной надписью схемы (много элементов), то ее выполняют на отдельном листе формата А4.

Элементы и устройства изображают на схемах, как правило, в исходном положении. Например, пружины изображают в состоянии предварительного сжатия, обратный клапан – в закрытом положении и т. п.

Линии связи (трубопроводы) на схемах обозначают порядковыми номерами, начиная с единицы, которые на схеме проставляют около концов изображения этих линий. На линиях связи допускается указывать направление потока рабочей среды (жидкости, воздуха) в виде треугольников. Если линия связи представляет собой внутренний канал в каком-либо элементе, то перед порядковым номером линии связи через точку ставится номер этого элемента.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

Принципиальные электрические и пневматические схемы

**Принципиальные пневматические схемы.**

Элементы в схеме нумеруют. Номера располагают по порядку, начиная с единицы, по направлению потока жидкости или воздуха. Пример нумерации показан на рис. 1, а.

Одинаковым элементам присваивают общий порядковый номер, после которого в скобках ставят порядковый номер данного элемента (рис. 1, б). Номера проставляют на полке

Линии связи (трубопроводы) также нумеруют. Порядковые номера трубопроводам присваивают после того, как даны номера всем элементам в схеме. Трубопроводы нумеруют также по направлению потока жидкости или воздуха (рис. 2). Если трубопровод выполнен в виде сверления или канала внутри устройства, то перед номером такой линии связи через точку ставят номер данного устройства (например, номер 4.10 на рис. 2). Номер трубопровода проставляют около линий-выносок, но в отличие от номера элемента – без полки (см. рис. 2).

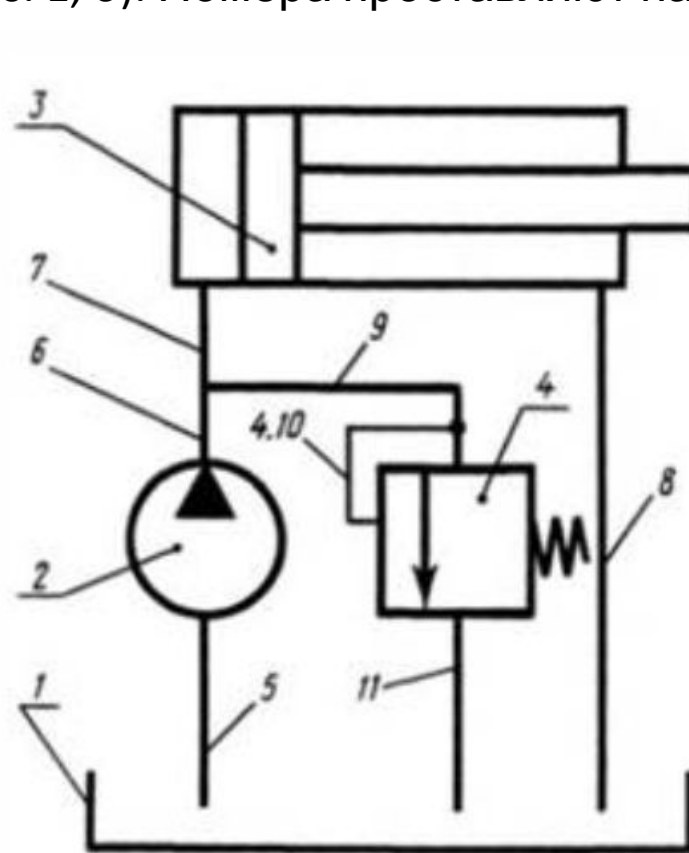
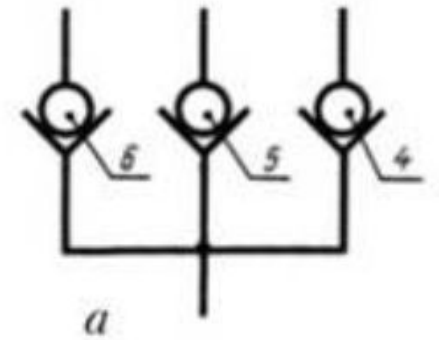
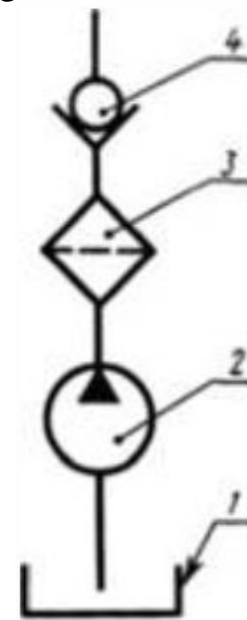
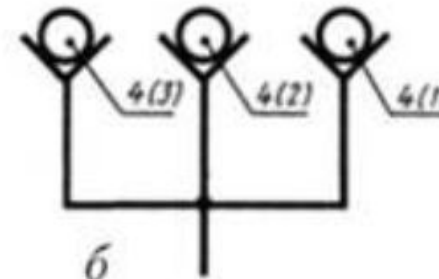


Рисунок 2 - Нумерация элементов



а



б

Рисунок 1- Нумерация элементов

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Принципиальные пневматические схемы.

На принципиальных схемах наряду с условными графическими обозначениями элементы и устройства допускается изображать в виде схематических разрезов. Такой разрез содержится на схеме, приведенной на рис.3.

Элементы схемы и трубопроводы, которым присвоены номера, записывают в перечень элементов.

*Перечень элементов* – это таблица, заполняемая сверху вниз. Она содержит следующие графы: позиционное обозначение, обозначение, наименование, количество, примечание.

Одинаковые элементы с общим номером записывают в одну строку. В этой строке указывают номер начального и конечного элементов. Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде последующих листов. На схемах, где количество элементов небольшое, наименования, обозначения и технические данные указывают на полках линий-выносок.

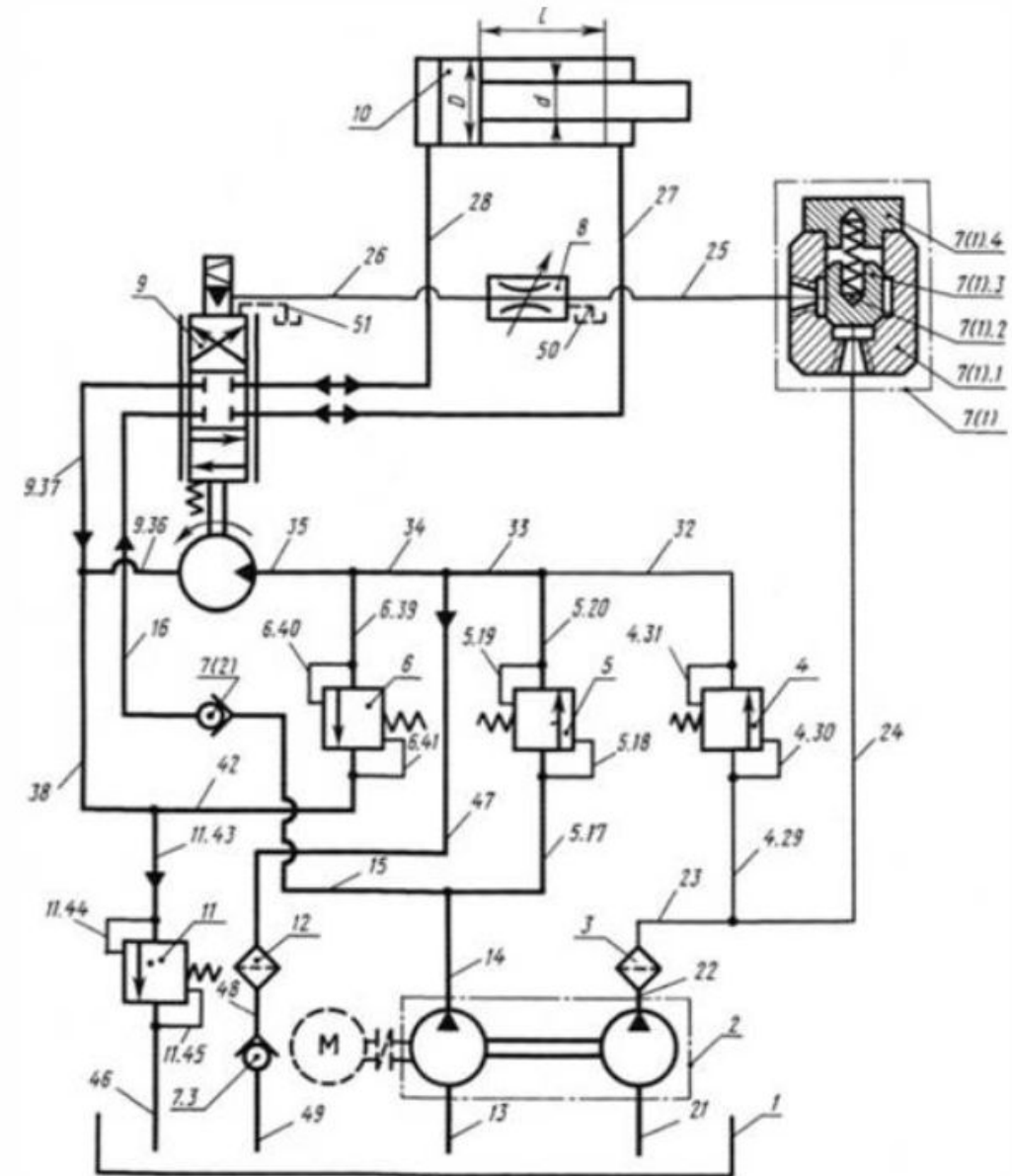


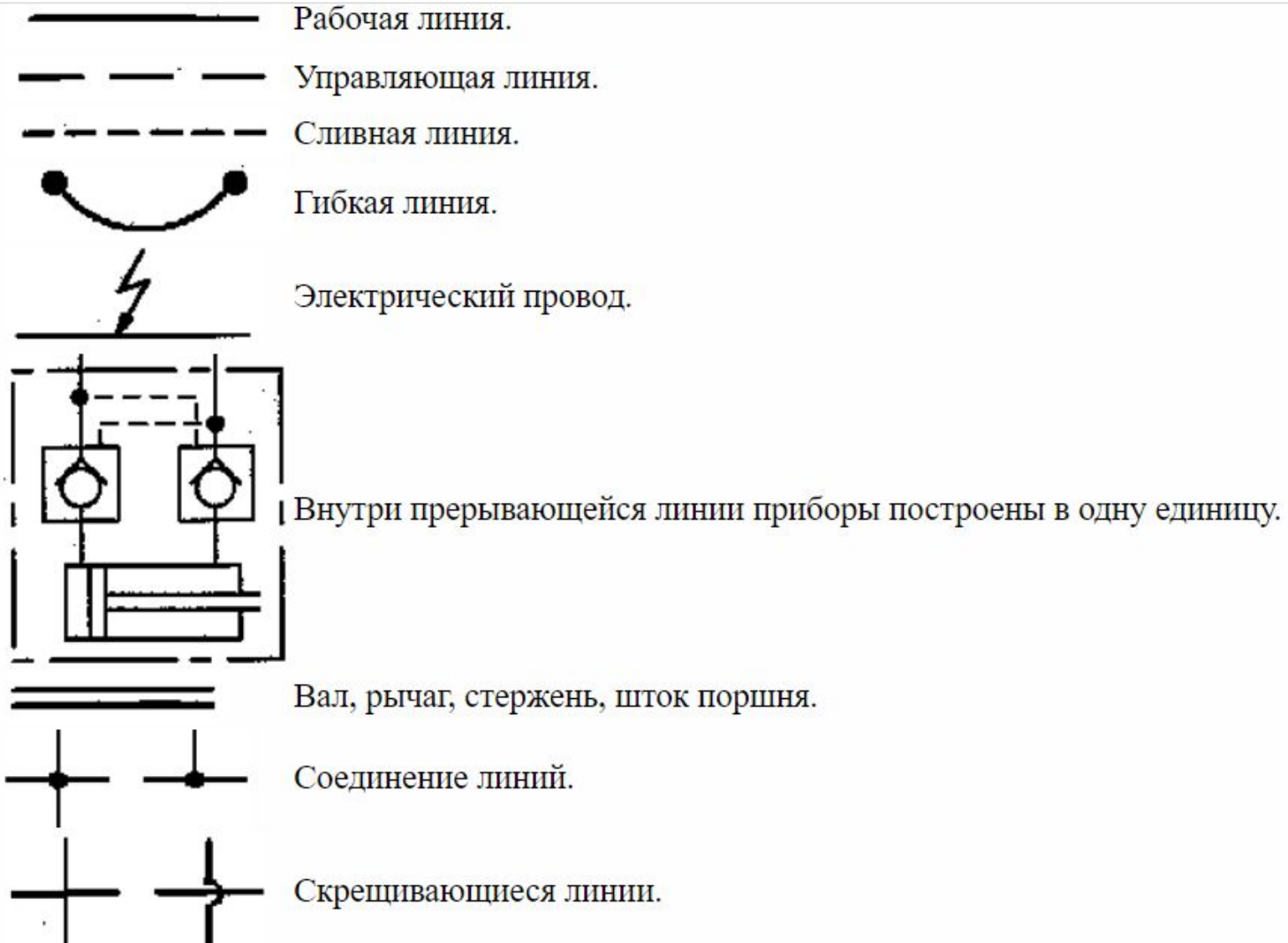
Рисунок 3- Принципиальная гидравлическая схема

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

Принципиальные электрические и пневматические схемы

Условные обозначения в гидравлических и пневматических схемах.

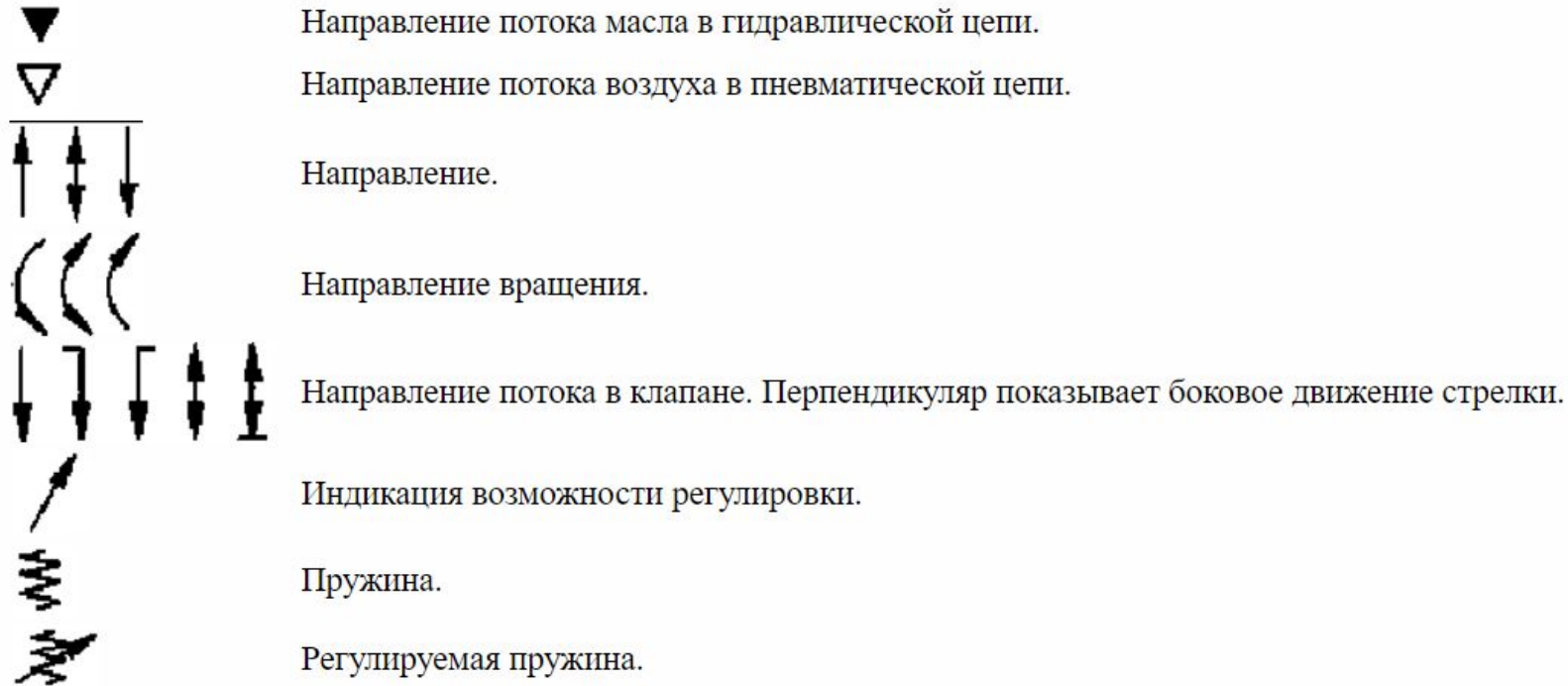
Для гидравлических схем дополнительно к вышеуказанным условиям и обозначениям применяются следующие символы



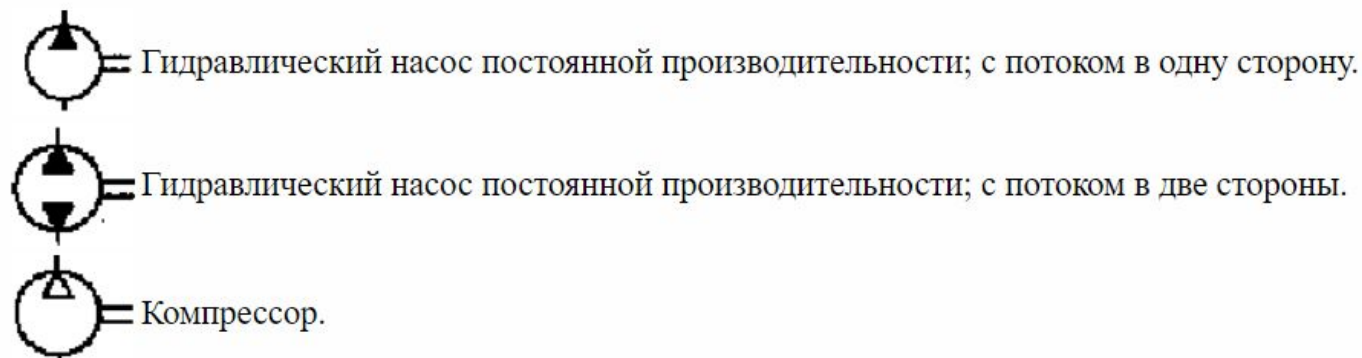
# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Условные обозначения в гидравлических и пневматических схемах.



### Насосы и компрессоры. Условные обозначения на гидравлических схемах.



# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

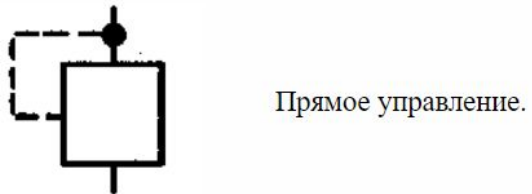
## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Условные обозначения в гидравлических и пневматических схемах.

Управление давлением. Элементы управления давлением. Условные обозначения.

Обозначение различных видов клапанов, управляющих давлением в гидравлике, на гидравлических схемах.

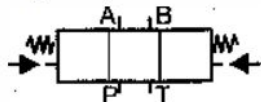
Обозначение гидравлических двигателей.



Клапаны. Обозначение клапанов на гидравлических схемах.



Направляющие клапаны управления (напр. управления стрелой)



Клапан указан квадратом или рядом квадратов, когда каждый квадрат указывает одно рабочее положение клапана.

Линии подключены к квадрату нейтрального положения. Маркировка отверстий в клапанах: P = давление от насоса T – в бак A,B,C... - рабочие линии X,YZ... - давление управления a,b,c... - соединения электрического управления.

Один путь для потока.

Два пути для потока.

Один путь для потока, два соединения закрыты.

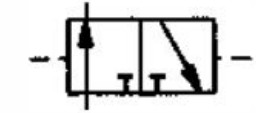
Два пути для потока, одно соединение закрыто.



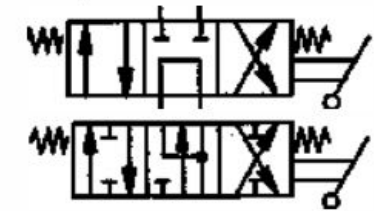
# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

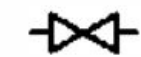
### Условные обозначения в гидравлических и пневматических схемах.



3/2 управляющий клапан; управление посредством давления с обеих сторон.

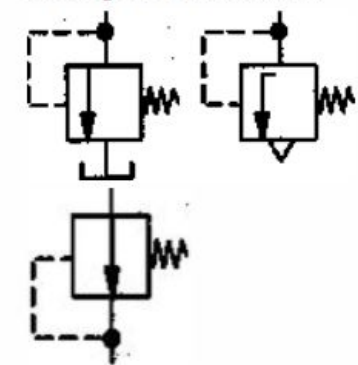


4/3 управляющий клапан; рычажное управление, возврат пружиной.



Запорный клапан (шаровой кран).

Напорные клапаны.



Клапан ограничения давления. В клапане открывается расходный канал в бак или на воздух, когда входное давление клапана превышает давление закрытия. (Гидравлический слева, пневматический справа).

Редукционный клапан давления, без выпуска давления. При изменении входного давления, выходное давление остается прежним. Но входное давление путем редукции должно быть выше выходящего давления.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Условные обозначения в гидравлических и пневматических схемах.

1	7	13	19	25	31	37	43
2	8	14	20	26	32	38	44
3	9	15	21	27	33	39	45
4	10	16	22	28	34	40	46
5	11	17	23	29	35	41	47
6	12	18	24	30	36	42	48

- 1 — общее обозначение нерегулируемого насоса без указания вида и типа;
- 2 — общее обозначение регулируемого насоса без указания вида и типа;
- 3 — насос лопастной (роторно-пластинчатый) двойного действия нерегулируемый типов Г12-2, Г14-2;
- 4 — насосы лопастные (роторно-пластинчатые) сдвоенные с различной производительностью;
- 5 — насос шестеренный нерегулируемый типа Г11-1;
- 6 — насос радиально-поршневой нерегулируемый;
- 7 — насос радиально-поршневой регулируемый типов: 11Р, НПМ, НПЧМ, НПД и НПС;
- 8 — насос и гидродвигатель аксиально-поршневые (с наклонной шайбой) нерегулируемые;
- 9 — насос и гидродвигатель аксиально-поршневые (с наклонной шайбой) регулируемые типов: 11Д и 11Р;
- 10 — общее обозначение нерегулируемого гидродвигателя без указания типа;
- 11 — общее обозначение регулируемого гидродвигателя без указания типа;
- 12 — гидроцилиндр плунжерный;
- 13 — гидроцилиндр телескопический;
- 14 — гидроцилиндр одностороннего действия;
- 15 — гидроцилиндр двустороннего действия;
- 16 — гидроцилиндр с двусторонним штоком;
- 17 — гидроцилиндр с дифференциальным штоком;
- 18 — гидроцилиндр одностороннего действия с возвратом поршня со штоком пружиной;
- 19 — серводвигатель (моментный гидроцилиндр);
- 20 — аппарат (основной символ);
- 21 — золотник типов Г73-2, БГ73-5 с управлением от электромагнита;
- 22 — золотник с ручным управлением типа Г74-1;
- 23 — золотник с управлениями от кулачка типа Г74-2;
- 24 — клапан обратный типа Г51-2;

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Условные обозначения в гидравлических и пневматических схемах.

- 27 — двухходовой золотник типа Г74-3 с обратным клапаном;
- 28 — клапан предохранительный типа Г52-1 с переливным золотником;
- 29 — клапан редукционный типа Г57-1 с регулятором;
- 30 — кран четырехходовой типа Г71-21;
- 31 — кран четырехходовой трехпозиционный типа 2Г71-21;
- 32 — кран трехходовой (трехканальный);
- 33 — кран двухходовой (проходной);
- 34 — демпфер (нерегулируемое сопротивление);
- 35 — дроссель (нерегулируемое сопротивление) типов Г77-1, Г77-3;
- 36 — дроссель с регулятором типов Г55-2, Г55-3;
- 37 — общее обозначение фильтра;
- 38 — фильтр пластинчатый;
- 39 — фильтр сетчатый;
- 40 — реле давления;
- 41 — гидроаккумулятор пневматический;
- 42 — манометр;
- 43 — соединение труб;
- 44 — пересечения труб без соединения;
- 45 — заглушка в трубопроводе;
- 46 — резервуар (бак);
- 47 — слив;
- 48 — дренаж.

1	7	13	19	25	31	37	43
2	8	14	20	26	32	38	44
3	9	15	21	27	33	39	45
4	10	16	22	28	34	40	46
5	11	17	23	29	35	41	47
6	12	18	24	30	36	42	48

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Схема электро- и пневмопитания

Выполнение принципиальных электрических схем питания Принципиальные электрические схемы питания выполняют для питающей и распределительной сетей либо на отдельных листах, либо (при небольшом числе групп питания) совмещают на одном листе. При этом схема питающей сети дается в однолинейном, а схема распределительной сети - в многолинейном изображениях. Принципиальную электрическую схему питающей сети чертят одну для всей системы автоматизации. Она включает схему питающей сети, перечень электроаппаратуры и примечание с перечнем чертежей. На схеме питающей сети показывают аппараты защиты и управления, устанавливаемые со стороны источника питания и щитов питания системы автоматизации, а также электрические связи между ними. Рядом с аппаратами защиты управления проставляют буквенно-цифровое обозначение, номинальные значения напряжения и силы тока, силу тока плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата. Принципиальную электрическую схему распределительной сети выполняют для каждого щита или сборки питания отдельно. В нее включают схему распределительной сети, перечень электроаппаратуры и примечание с перечнем относящихся чертежей. На схеме распределительной сети показывают питающие вводы и отводы, отводы к электроприемникам, аппараты защиты и управления, выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы, источники питания, лампы освещения, штепсельные розетки, схемы АВР и линии электрической связи между аппаратами.

# Проектирование схем автоматизации и принципиальных схем.

## Принципиальные электрические и пневматические схемы

### Схема электро- и пневмопитания

В нижней части схемы таблицу, в которой перечисляют электроприемники, питающиеся от данного щита питания, с указанием их позиций по спецификации, потребляемой мощности, напряжения и места установки. Кроме того, на схеме у изображений приборов и аппаратов приводят их буквенноцифровые обозначения и следующие данные: для автоматов - номинальную силу тока и силу тока уставки теплового и электромагнитного расцепителей; для рубильников, выключателей и переключателей - номинальную силу тока; для предохранителей - номинальную силу тока патрона предохранителя (в числителе) и силу тока плавкой вставки (в знаменателе); для трансформаторов, выпрямителей и источников питания - максимальное и минимальное напряжения. Все цепи на схеме питания маркируют. Допускается не маркировать только участки цепей между выключателями и предохранителями, установленными в пределах одного щита или сборки питания. Условные графические обозначения электроаппаратов, их буквенные обозначения и маркировку цепей осуществляют в соответствии с теми же стандартами и техническими условиями, что и на принципиальных схемах управления и сигнализации.

# **Проектирование пунктов управления и линий связи.**

## **Назначение и конструкция щитов и пультов**

### **Назначение**

Щиты и пульты СА предназначены для размещения на них средств контроля и управления ТП, кроме расположенных непосредственно на объекте. Далее в тексте соответствующие изделия называют обобщенно “щитами”. Остальные виды каркасов при этом подразумеваются.

### **Место установки**

Щиты устанавливают в производственных и специальных щитовых помещениях (операторских, диспетчерских, аппаратных).

### **Нормативные материалы**

Руководящие материалы (РМ), отраслевые стандарты (ОСТ) по щитам дают рекомендации для решения следующих вопросов:

- 1) выбор типов и размеров;
- 2) определение монтажных зон;
- 3) компоновка приборов и аппаратуры при их размещении на лицевой панели и внутри щита;
- 4) компоновка щитов и пультов в помещениях;
- 5) определение мест прокладки электрических и трубных проводок, определение марок проводов и труб.



# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Щитовые пункты управления

### Выбор типа и конструкции щитовых пультов.

Все щиты и пульты в промышленности выпускаются в соответствии с ГОСТ 36.13–90 "Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов".

Исходным материалом для выполнения этого чертежа являются:

- функциональная схема автоматизации;
- типовые монтажные чертежи на приборы и щитовые средства автоматизации с указанием принципов крепления, габаритных размеров и монтажных областей;
- заказная спецификация на приборы и СА;
- строительный чертеж помещения, в котором будет установлен щит.

По конструктивным особенностям щиты делятся на: шкафные, шкафные малогабаритные, панельные с каркасом, панельные плоские, панельные малогабаритные.

Основная высота полногабаритного щита – 2200 (1800) мм, малогабаритного – 1000 мм; ширина: 600, 800, 1000, 1200 мм; глубина: 600, 800, 1000, 1200 мм.

### Выбор щитов

При выборе учитывают:

- 1) назначение и место установки, с учетом размеров помещений и условий эксплуатации;
  - 2) количество и габариты ТСА и электроаппаратуры на передних панелях и внутри щитов;
- удобство монтажа и обслуживания в условиях эксплуатации;
- правила ТБ в части проходов для обслуживания щитов.

Проектная документация на щиты включает:

- 1) чертежи общих видов;
- 2) монтажные схемы.
- 3) спецификации.

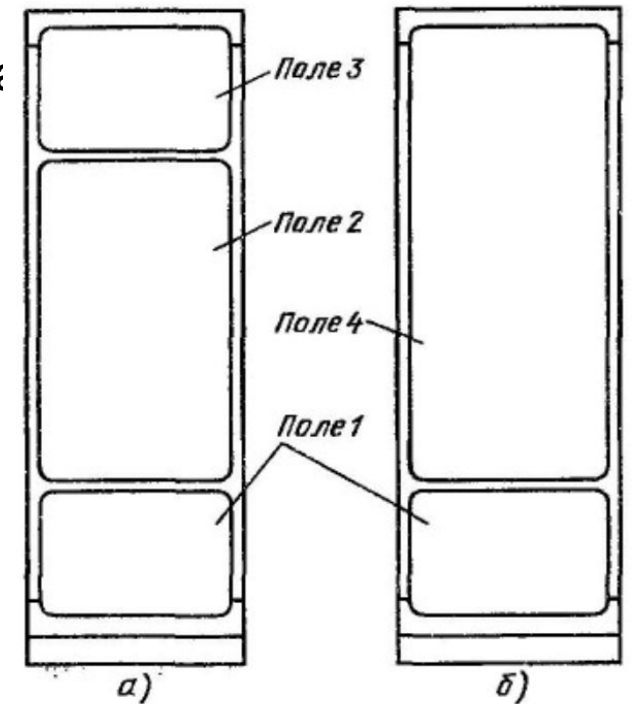
# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Компоновка приборов и аппаратуры на фасадных панелях щитов, стивов и пультов (эргономика и эстетика проектирования)

Разрабатывается по ОСТ 36.13-90, должна быть выполнена с учетом размеров и конфигурации монтажных зон. Размеры приборов и аппаратуры, устанавливаемых на фасадных панелях, а также расстояния между ними следует определять по РТМ25-91-72 "Рекомендуемые расстояния между приборами на фасадах щитов и пультов". Для щитов и пультов по ОСТ 36.13-90 термин «край панели» следует понимать как линию, ограничивающую монтажную зону. Взаимное расположение приборов и аппаратуры должно соответствовать требованиям РМ4-51-90 "Щиты и пульты управления. Принципы компоновки".

Щиты шкафные и панельные с каркасом. Фасадная панель щитов состоит из двух (исполнение I) или трех (исполнение II) функциональных полей (см. н:

При проектировании щитов систем автоматизации технологических процессов рекомендуется в первую очередь применять щиты исполнения I, имеющие меньшую по сравнению с щитами исполнения II трудоемкость в изготовлении. Щиты исполнения II применяют функционального разделения приборов тем самым работы оператора. При нерациональности компоновки приборов, органов управления и сигнальной арматуры на поле 4 щитов исполнения 1 их размещают на полях 2 и 3 щитов исполнения II.



Функциональные поля щитов шкафных и панельных с каркасом



# Проектирование пунктов управления и линий связи.

На поле 3 рекомендуется размещать сигнальную арматуру, малогабаритные показывающие приборы (тягомеры, логометры, приборы систем "Старт" и т. п.), компактные мнемосхемы.

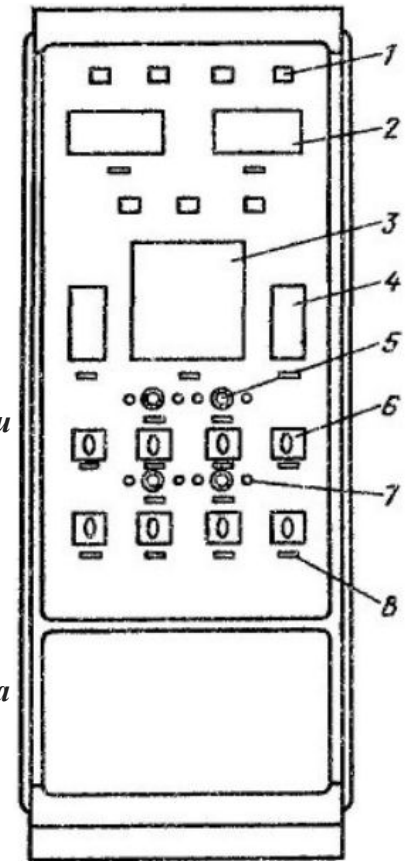
На поле 2 рекомендуется размещать самопишущие и крупногабаритные показывающие приборы, а также органы управления

Поле 1 щитов исполнений I и II является декоративным; оно не предназначено для установки приборов или аппаратуры. При необходимости применения развернутых мнемосхем их рекомендуется располагать на декоративных панелях. Декоративные панели с расположенными на них мнемосхемами устанавливаются над общей массой приборов и аппаратуры, устанавливаемой на фасадных панелях щитов, не должна превышать: для поля 3 - 30 кг, для поля 2 - 80 кг, для поля 4 - 100 кг.

**Щиты шкафные малогабаритные.** В малогабаритных щитах устанавливают приборы, органы управления, сигнальную арматуру, необходимые для местного управления локальными установками или агрегатами. Приборы и аппаратура, рассчитанные на присоединение трубных проводок, устанавливать на двери щита не допускается. Общая масса аппаратуры, устанавливаемой на двери, не должна превышать 10 кг.

*Пример размещения приборов и аппаратуры на фасадных панелях щитов:*

*1 - табло световое; 2 и 4 - приборы показывающие; 3 - прибор самопишущий; 5 - кнопка; 6 - переключатель; 7 - арматура сигнальная; 8 - рамка для надписи*



## **Проектирование пунктов управления и линий связи.**

**Пульты.** В пультах столешница предназначена для размещения электрической аппаратуры управления и сигнализации (кнопок и ключей управления, сигнальной арматуры и т.п.). Приборная панель наклонной приборной приставки предназначена для размещения приборов, сигнальной арматуры, мнемосхем.

Аппаратура на столешнице должна быть размещена так, чтобы была обеспечена возможность прокладки и закрепления с монтажной стороны панели вертикальных жгутов проводов, а также исключалась возможность касания аппаратурой корпуса пульта. Для проверки этого следует пользоваться номограммами. Аппаратуру, рассчитанную на присоединение трубной проводки, устанавливать на столешнице не допускается.

Общая масса аппаратуры, устанавливаемой на столешнице, не должна превышать 12 кг.

# **Проектирование пунктов управления и линий связи.**

## **РАСПОЛОЖЕНИЕ АППАРАТУРЫ, АРМАТУРЫ И ПРОВОДОК В ЩИТАХ, ПУЛЬТАХ И СТАТИВАХ**

**(эргономика и эстетика проектирования)**

Компоновка аппаратуры, арматуры и установочных изделий (в дальнейшем именуемые "аппаратура") должна быть выполнена с учетом их конструктивных особенностей, функционального назначения, обеспечения удобства монтажа и эксплуатации, размеров монтажных зон щитов, стативов и пультов. Позиционные обозначения аппаратуры выполняют штампованием на свободных местах деталей для монтажа аппаратуры и проводок в непосредственной близости от соответствующего аппарата.

Позиционные обозначения приборов и аппаратуры, установленных на фасадных панелях, выполняют штампованием на задних поверхностях этих панелей в непосредственной близости от прибора (аппарата).

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

Для обеспечения необходимых комфортных условий эксплуатации и безопасного обслуживания приборы и СА в щитах и стативах рекомендуется располагать на следующих расстояниях от нижней кромки опорной рамы:

- 1700 - 1975 мм - трансформаторы, стабилизаторы, выпрямители, сирены сигнальные (массой до 10 кг), пускатели, ревуны, звонки громкого боя, источники питания малой мощности, патроны для освещения щита. Трансформаторы, стабилизаторы, выпрямители (массой более 10 кг) устанавливаются в нижней части;
- 700 - 1700 мм - выключатели, предохранители, автоматические выключатели, розетки;
- 600 - 1900 мм - реле, регуляторы, функциональные блоки, элементы аналоговой и дискретной техники, преобразователи;
- 800 - 700 мм - аппаратура пневматического питания;
- 350 - 600 мм - сборки контактных зажимов горизонтальные;
- 350 - 1975 - вертикальные. В технически обоснованных случаях горизонтальные сборки контактных зажимов могут устанавливаться вблизи аппарата (например, у блоков технологической сигнализации типов БОЦ, БАС, БПС);
- 1700 - 1975 мм - переборочные соединители;
- 500 - 750 мм – в технически обоснованных случаях.

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## РАСПОЛОЖЕНИЕ АППАРАТУРЫ, АРМАТУРЫ И ПРОВОДОК В ЩИТАХ, ПУЛЬТАХ И СТАТИВАХ

Аппаратуру внутри малогабаритных щитов следует располагать с учетом высоты установки щитов над уровнем пола. Внутри пультов устанавливать аппаратуру не рекомендуется. В технически обоснованных случаях аппаратуру внутри пультов располагают параллельно передней и задней стенкам на монтажном поле, образованном угольниками с круглыми установочными отверстиями. Сборки контактных зажимов в щитах и стативах должны быть установлены горизонтально в один ряд на передней и боковых стенках. В пультах допускается установка сборки зажимов в два ряда параллельно передней стенке. В щитах и стативах высотой 2200 мм в случае ввода электрических проводок сверху или в иных технически обоснованных случаях сборки контактных зажимов могут быть установлены вертикально в один или два ряда.

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОВОДКИ

### Общие требования

Электрические проводки следует выполнять проводами с медными жилами, прокладываемыми открыто жгутами или в коробах, учитывая рекомендации [ВСН 205-84/ММСС СССР](#).

Для выполнения электрических проводок должны применяться специализированные провода.

### Размещение

Прокладка проводов жгутами должна быть выполнена с соблюдением следующих требований:

- 1) жгуты проводов необходимо прокладывать горизонтально или вертикально по кратчайшим расстояниям с минимальным количеством изгибов и перекрещиваний;
- 2) горизонтальные жгуты проводов должны быть закреплены к малой полке скоб и угольников (на которые устанавливаются аппараты) с помощью перфорированной ленты с кнопками или другими аналогичными способами. Причем, если аппараты защищенного исполнения с задним присоединением проводов установлены на двух скобах (угольниках), то горизонтальные жгуты проводов должны быть закреплены только к нижней скобе (угольнику);
- 3) в случае крепления хвостовых частей глубоких или тяжелых приборов электрические проводки к ним следует прокладывать по поддерживающим прибор конструкциям;
- 4) при переходе жгутов проводов с неподвижной части на подвижную (поворотную раму, дверь малогабаритного щита, столешницу пульта) необходимо предусматривать место для крепления и размещения компенсатора

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

5) длина прогиба петли компенсатора, в зависимости от диаметра жгута, а также марки проводов, составляющих жгут, должна быть не более 200 мм, считая от нижней точки крепления жгута;

6) как правило, не допускается непосредственное соединение аппаратов, стоящих на подвижной и неподвижной частях щитов и пультов.

Жгуты проводов, идущие от аппаратов, установленных на подвижной части щитов и пультов, должны присоединяться к сборкам контактных зажимов, установленным на неподвижной части.

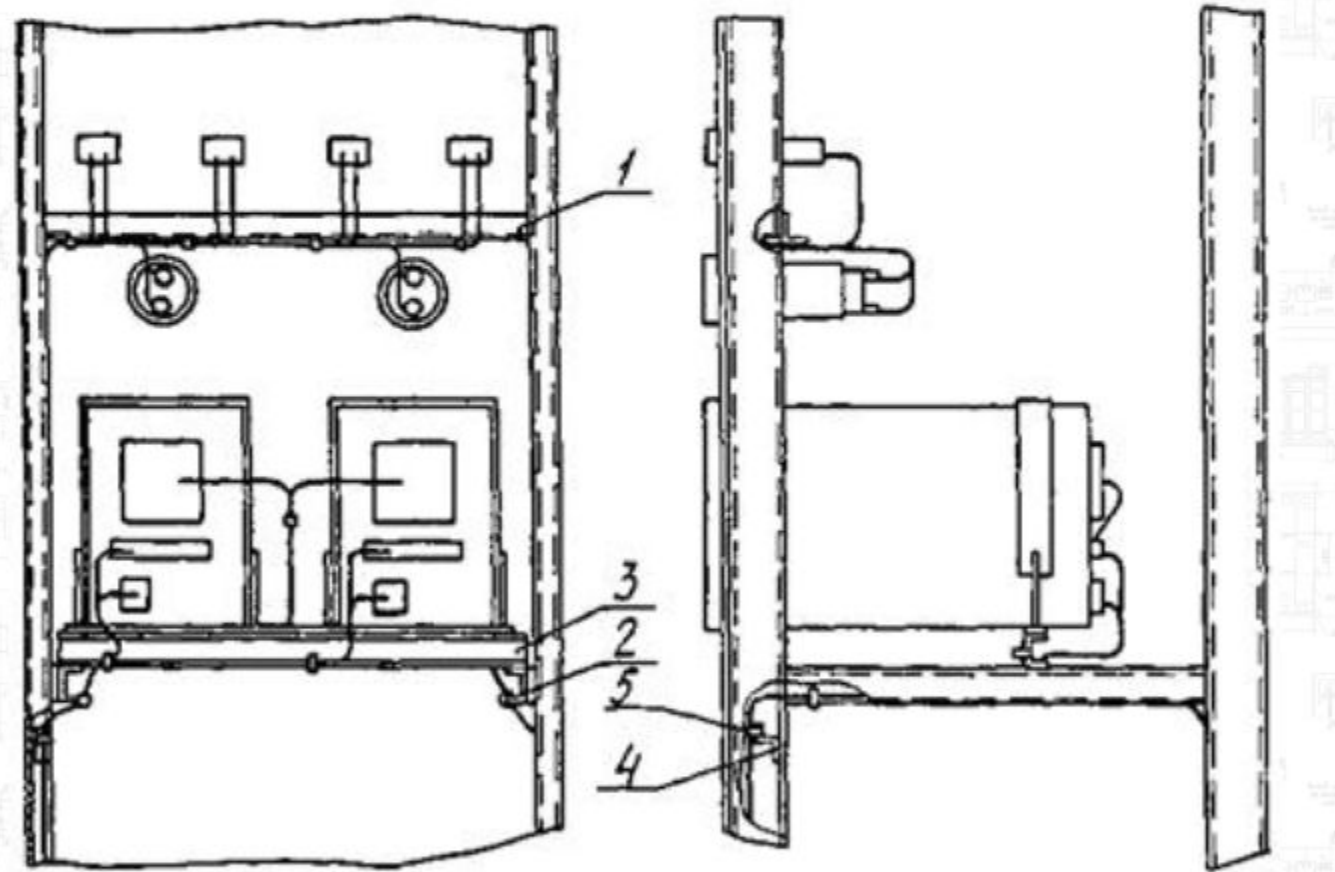
Вертикальные жгуты проводов прокладывают на стойках, швеллерах или угольниках каркаса.

Концы проводов, подключенные к приборам, аппаратам и сборкам контактных зажимов, должны иметь маркировку, указанную в таблице соединений.

Маркировку выполняют пластмассовыми оконцевателями проводов или отрезками поливинилхлоридных труб белого цвета по [ГОСТ 19034-82](#) длиной 20 - 25 мм.

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

*Пример прокладки электрических проводов в щите*



*1 - угольник У; 2 - швеллер ШБ; 3 - швеллер ШП; 4 - кронштейн К51; 5 - лента перфорированная К226 с кнопкой К227*



# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## ТРУБНЫЕ ПРОВОДКИ

### Общие требования

Резиновые трубы для проводок применяют при давлении до 0,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Длина резиновой соединительной трубы не должна, как правило, превышать 500 мм.

В пределах щитов, стивов и пультов рекомендуется применять трубы того же типа, что и для внешних проводок.

Допускается переход на трубы из других материалов или размеров:

- 1) при различных условиях окружающей среды в щитовом и производственном помещениях;
- 2) для создания удобства в монтаже и эксплуатации.

### Размещение

Трубные проводки внутри щитов, стивов и пультов прокладывают горизонтально или вертикально по кратчайшим расстояниям с минимальным количеством изгибов. Изменение направления трубной проводки должно производиться путем изгиба труб с учетом минимальных радиусов внутренней кривой изгиба:

полиэтиленовых труб - не менее 6-ти наружных диаметров;

стальных труб - не менее 4-х наружных диаметров;

медных труб - не менее 2-х наружных диаметров.

Вертикальные пучки пластмассовых труб прокладывают на стойках щитов ЩШ, ЩПК и стивов С, СП, швеллерам малогабаритных щитов или угольникам пультов и крепят с помощью кронштейнов.

Горизонтальные пучки труб крепят к малой полке угольников и скоб, на которые установлены аппараты и арматура, с помощью перфорированной ленты с кнопками или другими аналогичными способами.

В случае крепления хвостовых частей глубоких или тяжелых приборов трубные проводки к ним следует прокладывать по поддерживающим прибор конструкций.

Выбор и установку коллекторов питания воздухом необходимо выполнять по ТМЗ-89-90 сборника

СТМЗ 10 00. Расположение коллектора в щите показано

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

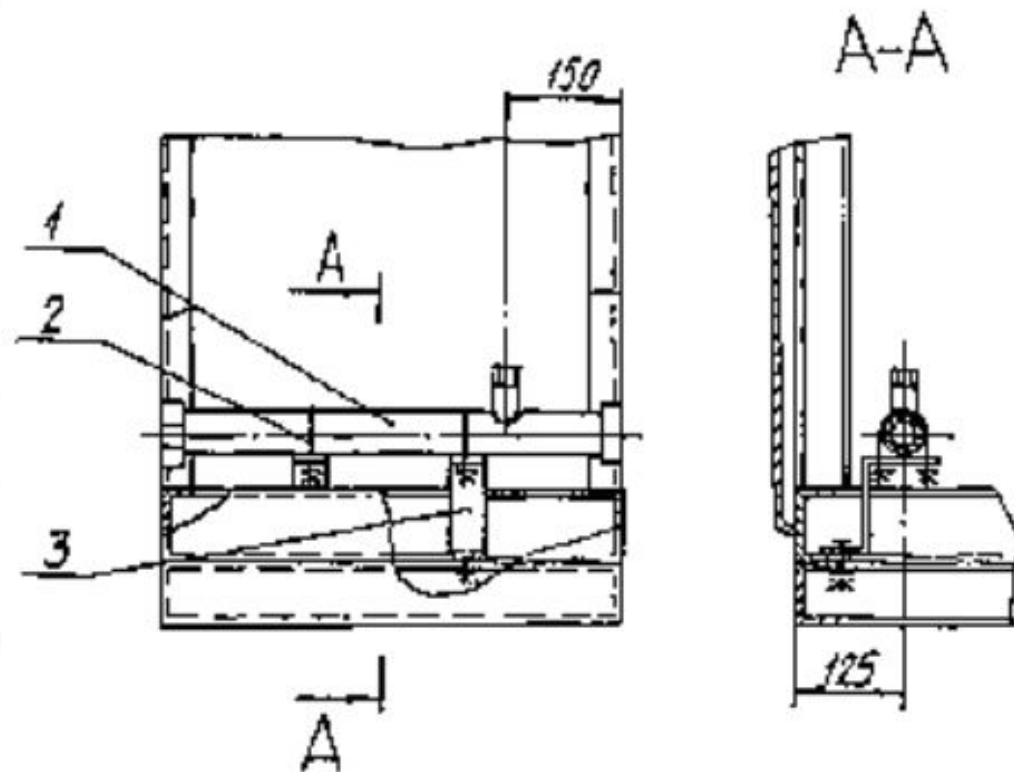
## ТРУБНЫЕ ПРОВОДКИ

Концы труб, предназначенные для соединения с внешними трубными проводками, должны быть присоединены к переборочным соединителям.

Концы труб, присоединяемые к приборам, арматуре и переборочным соединителям, должны иметь маркировку, указанную в таблице соединений.

Маркировку выполняют пластмассовыми бирками.

*Пример установки коллектора в щите*



1 - коллектор; 2 - хомут; 3 - кронштейн

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## РАЗМЕЩЕНИЕ ЩИТОВ, СТАТИВОВ И ПУЛЬТОВ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

### Общие указания

Для размещения щитов, с установленными на них приборами и средствами автоматизации в проектно-сметной документации предусматривают специальные помещения систем автоматизации.

В зависимости от назначения помещений различают: пункты оперативного контроля и управления (операторские, диспетчерские), аппаратные залы, вспомогательные помещения и т.п.

В операторских и диспетчерских помещениях, как правило, сосредоточены все приборы и аппараты, необходимые для оперативного контроля и управления, мнемосхемы технологических процессов.

Аппаратный зал служит для размещения неоперативных технических средств автоматизации таких, как регуляторы неприборного исполнения, функциональные блоки, реле и другие вспомогательные электро- и пневмоаппараты, устанавливаемые на объемных и плоских стативах, релейных и клеммных щитах.

Аппаратный зал не имеет постоянного обслуживающего персонала.

В производственных зданиях оперативные пункты управления целесообразно размещать над аппаратным залом. Для производств с расположением технологического оборудования на открытых площадках, где для щитовых помещений предусматривают отдельно стоящие здания, аппаратный зал размещают, как правило, над оперативным пунктом управления. Между этими помещениями располагают кабельный полуэтаж, через который осуществляют ввод внешних электрических и трубных проводок.

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## РАЗМЕЩЕНИЕ ЩИТОВ, СТАТИВОВ И ПУЛЬТОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ

При небольших объемах неоперативных технических средств автоматизации щитовые конструкции для их установки рекомендуется размещать в пространстве за центральным щитом.

Диспетчерские (операторские) и др. помещения, в которых постоянно находится обслуживающей персонал, следует проектировать с учетом комфортных условий для его работы: высота потолков не менее 3,5 м, достаточная освещенность, отопление и вентиляция; а в необходимых случаях - кондиционирование воздуха и т.п. (см. РТМ25.298-83 ч. 3).

В диспетчерских (операторских) помещениях рекомендуется предусматривать подвесные потолки со встроенными светильниками, закладные конструкции под щиты, обрамление проемов, закладные конструкции (или двойной пол) для проводок.

Монтажные чертежи, типовые конструкции и строительные задания по установке щитов и пультов по [ОСТ 36.13-90](#) в специальных и производственных помещениях приведены соответственно в сборниках [СТМ3-21-91](#), СТК-21-91, СЗК3-21-91.

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

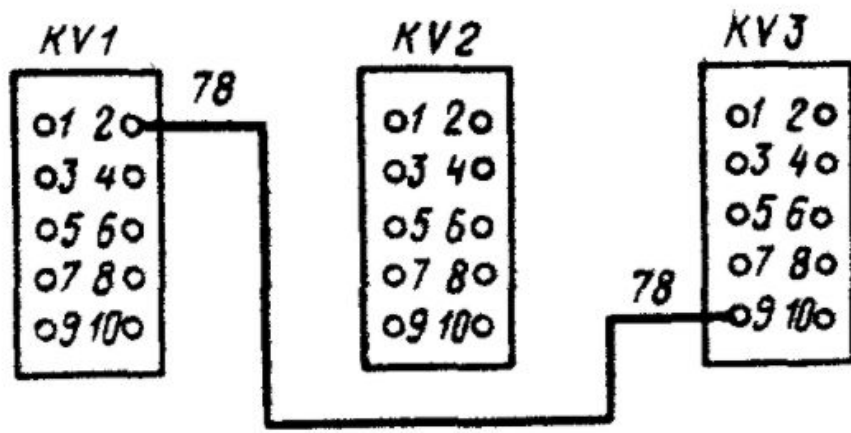
## Оформление заданий на изготовление щитов и пультов.

Документация на изготовление щитов и пультов оформляется в виде задания и содержит в качестве основных документов виды на фронтальную и внутренние плоскости щита и пульта, а также схемы соединений внутрищитовых проводок. Последние могут быть выполнены одним из трех методов: **графическим, адресным** или **табличным**.

Графический метод (рис 1, а) заключается в том, что на схеме соединений непрерывными или прерывистыми линиями показывают соединительную проводку как одиночную, так и объединенную в пакеты или жгуты. В местах ее присоединения к выводам приборов и аппаратов проставляют маркировку цепи, выполненную в соответствии с принципиальными схемами или схемой соединений и подключений внешних проводок.

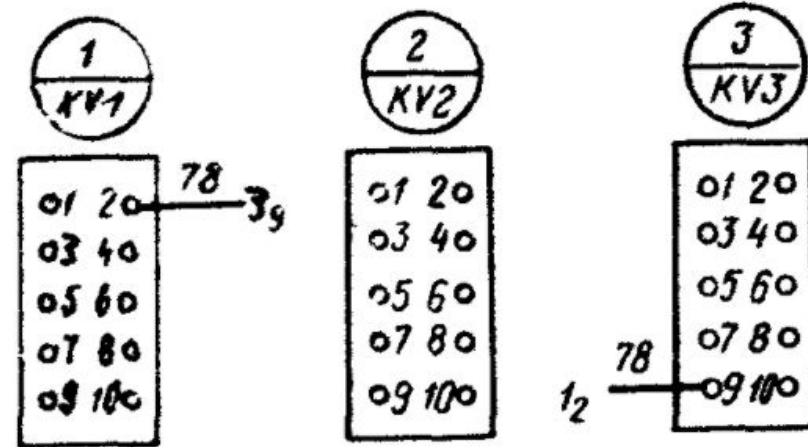
Адресный (встречный) метод состоит в том, что соединительную проводку показывают в виде отрезков непрерывной или прерывистой линии, один конец которой соединен с изображением вывода прибора или аппарата, а на втором проставлен трех- или двух-числовой адрес его присоединения. При этом первый включ

вторс



а

ие) прибора или аппарата, номер вывода (рис 2, б), а во



б

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Оформление заданий на изготовление щитов и пультов.

Табличный метод характеризуется тем, что вместо схемы составляют таблицу соединений. В эту таблицу по определенной форме записывают адреса внутрищитовых проводок.

В соответствии с основными правилами оформления технической документация на изготовление щитов, стивов и пультов содержит общие виды щитов и заказную спецификацию щитов и пультов. Чертежи общих видов щитов разрабатывают на единичные и составные щиты. Под единичным щитом понимают щит, стив и пульт по номенклатуре, предусмотренной ОСТ 36.13-76 (кроме вспомогательных элементов). Проектная документация на щиты и пульты включает чертежи общего вида единичного и составного щитов, таблицы для монтажа электрических проводок, спецификации щитов и пультов.

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Внешние электрические и трубные проводки.

На этих схемах изображают прокладываемые вне щитов электрические провода, кабели, импульсные, командные, питающие, продувочные и дренажные трубопроводы, защитные трубы, короба, лотки и металлорукава с указанием их номера, типа (марок) и длин. На чертежах этих схем в виде условных обозначений в соответствии с действующими стандартами показываются:

- отборные устройства и первичные преобразователи, встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы;
- приборы и средства автоматизации, устанавливаемые вне щитов и пультов;
- щиты, пульты, стивы и т.п.;
- вспомогательные устройства (соединительные и протяжные коробки, фитинги, коробки свободных концов термопар и т.п.);
- устройства заземления щитов, приборов и других токоприемников.

Схемы внешних электрических и трубных проводок содержат также сведения, которые позволяют установить, на основании какого чертежа следует выполнять установку прибора или щита на месте монтажа, их позиции по заказной спецификации и сводную спецификацию кабелей, проводов, соединительных и разветвленных коробок, труб и арматуры, предусмотренных данной схемой.

В зависимости от принятой схемы автоматизации и применяемых в ней приборов и средств автоматизации их соединяют между собой с помощью электрических, пневматических или гидравлических линий связи.

Преобладание того или иного энергетического носителя определяет характер схем внешних соединений. На практике встречаются следующие разновидности схем внешних соединений: трубных проводок, электрических проводок; совмещенные схемы электрических и трубных проводок.

На чертеже схем внешних соединений показывают электрические и трубные связи между отдельными элементами системы автоматизации - щитами, пультами, отдельно установленными соединительными коробками, приборами, средствами автоматизации и т.п.

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Внешние электрические и трубные проводки.

Связи изображают линиями: электрические - сплошными, а трубные в зависимости от назначения (пневмонические, гидравлические, вакуумные и т.п.) - соответствующими условными обозначениями.

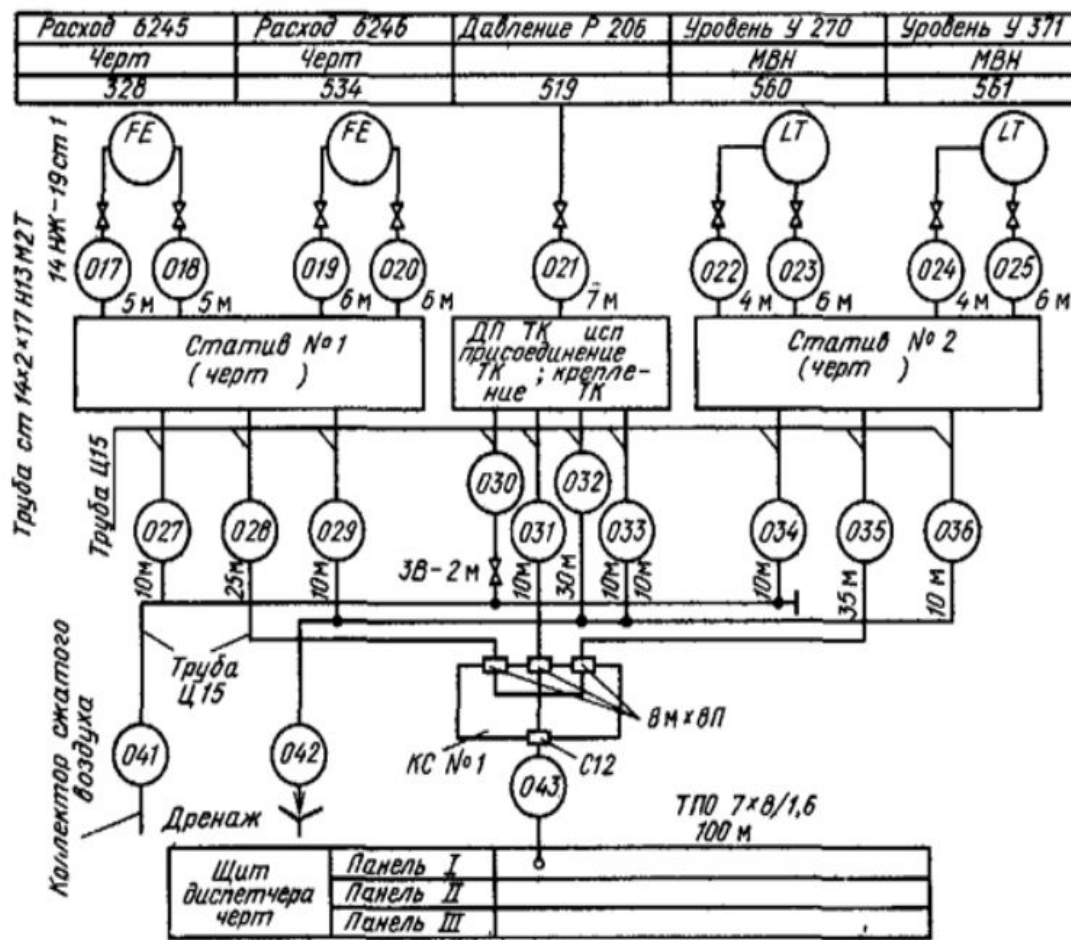
Шкафы, пульты, отдельные приборы и аппараты условно обозначаются прямоугольниками.

На этом же чертеже выполняют монтажные схемы присоединения жил проводов (кабелей) к соединительным коробкам, конечным выключателям, указателям уровня и другим приборам и аппаратам, не показанным на чертежах схем соединительных щитов и пультов.

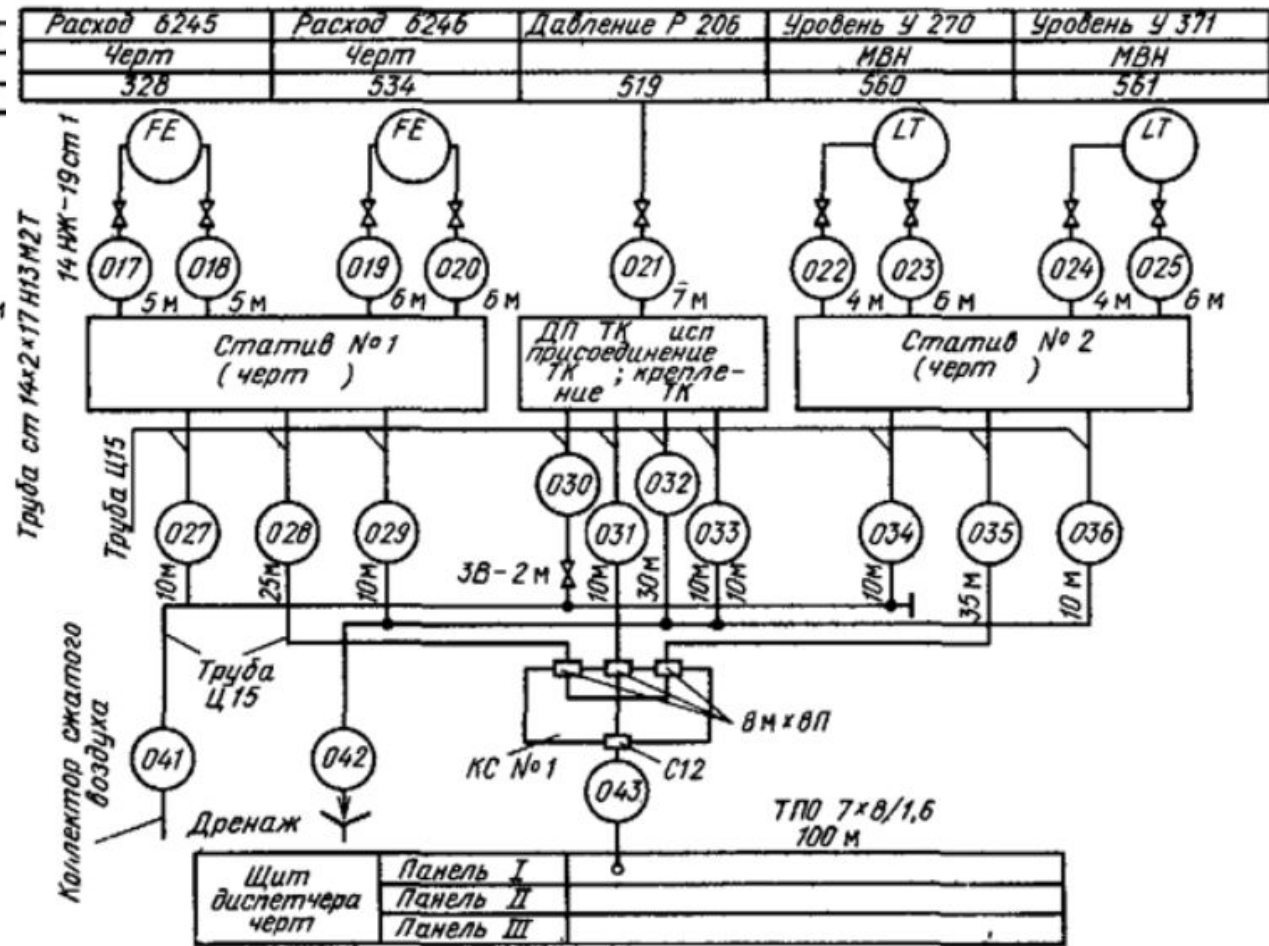
Каждой линии связи присваивается свой номер, проставляемый внутри окружности. Номера линий связи, отходящих от щитов и пультов, должны соответствовать номерам в чертежах схем соединений. Не должно быть двух одинаковых номеров, относящихся к разным линиям связи.



# Проектирование пунктов управления и линий связи.



Фрагмент схемы внешних соединений электрических проводок



Фрагмент схемы внешних соединений трубных проводок с применением пневмокабеля

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки

Электропроводка должна соответствовать условиям окружающей среды, назначению и ценности сооружений, их конструкции и архитектурным особенностям. Электропроводка должна обеспечивать возможность легкого распознавания по всей длине проводников по цветам:

1. голубого цвета — для обозначения нулевого рабочего или среднего проводника электрической сети;
2. двухцветной комбинации зелено-желтого цвета — для обозначения защитного или нулевого защитного проводника;
3. двухцветной комбинации зелено-желтого цвета по всей длине с голубыми метками на концах линии, которые наносятся при монтаже — для обозначения совмещенного нулевого рабочего и нулевого защитного проводника;
4. черного, коричневого, красного, фиолетового, серого, розового, белого, оранжевого, бирюзового цвета — для обозначения фазного проводника.

При выборе вида электропроводки и способа прокладки проводов и кабелей должны учитываться требования электробезопасности и пожарной безопасности.

Оболочки и изоляция проводов и кабелей, применяемых в электропроводках, должны соответствовать способу прокладки и условиям окружающей среды. Изоляция, кроме того, должна соответствовать номинальному напряжению сети.

Нулевые рабочие проводники должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

В производственных нормальных помещениях допускается использование стальных труб и тросов открытых электропроводок, а также металлических корпусов открыто установленных токопроводов, металлических конструкций зданий, конструкций производственного назначения (например, фермы, колонны, подкрановые пути) и механизмов в качестве одного из рабочих проводников линии в сетях напряжением до 42 В. Для стационарных электропроводок должны применяться преимущественно провода и кабели с алюминиевыми жилами

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки

Условия окружающей среды	Вид электропроводки и способ прокладки	Провода и кабели
<b>Открытые электропроводки</b>		
Сухие и влажные помещения	На роликах и клицах	Незащищенные одножильные провода
Сухие помещения	То же	Скрученные двухжильные провода
Помещения всех видов и наружные установки	На изоляторах, а также на роликах, предназначенных для применения в сырых местах. В наружных установках ролики для сырых мест (больших размеров) допускается применять только в местах, где исключена возможность непосредственного попадания на электропроводку дождя или снега (под навесами)	Незащищенные одножильные провода
Наружные установки	Непосредственно по поверхности стен, потолков и на струнах, полосах и других несущих конструкциях	Кабель в неметаллической и металлической оболочках
Помещения всех видов	То же	Незащищенные и защищенные одно- и многожильные провода. Кабели в неметаллической и металлической оболочках

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки

Условия окружающей среды	Вид электропроводки и способ прокладки	Провода и кабели
<b>Открытые электропроводки</b>		
Помещения всех видов и наружные установки	На лотках и в коробах с открываемыми крышками	То же
Помещения всех видов и наружные установки (только специальные провода с несущим тросом для наружных установок или кабели)	На тросах	Специальные провода с несущим тросом. Незащищенные и защищенные одно- и многожильные провода. Кабели в неметаллической и металлической оболочках

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки

Условия окружающей среды	Вид электропроводки и способ прокладки	Провода и кабели
--------------------------	--	------------------

## Скрытые электропроводки

Помещения всех видов и наружные установки	В неметаллических трубах из сгораемых материалов (несамозатухающий полиэтилен и т. п.). В замкнутых каналах строительных конструкций. Под штукатуркой	Незащищенные и защищенные, одно- и многожильные провода. Кабели в неметаллической оболочке
	Исключения:	
	– запрещается применение изоляционных труб с металлической оболочкой в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках	
	– запрещается применение стальных труб и стальных глухих коробов с толщиной стенок 2 мм и менее в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках	

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки

Условия окружающей среды	Вид электропроводки и способ прокладки	Провода и кабели
<b>Скрытые электропроводки</b>		
Сухие, влажные и сырые помещения	Замонументально в строительных конструкциях при их изготовлении	Незащищенные провода
<b>Открытые и скрытые электропроводки</b>		
Помещения всех видов и наружные установки	В металлических гибких рукавах. В стальных трубах (обыкновенных и тонкостенных) и глухих стальных коробах. В неметаллических трубах и неметаллических глухих коробах из трудногорюемых материалов. В изоляционных трубах с металлической оболочкой	Незащищенные и защищенные одно- и многожильные провода. Кабели в неметаллической оболочке
	Исключения:	
	– запрещается применение изоляционных труб с металлической оболочкой в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках	
– запрещается применение стальных труб и стальных глухих коробов с толщиной стенок 2 мм и менее в сырых, особо сырых помещениях		

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

**Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки**

Пример расшифровки кабеля.

Расшифровка кабеля КВВГ 10х0,75:

К - Кабель контрольный

В - Изоляция жил из поливинилхлоридного пластиката

В - Оболочка из поливинилхлоридного пластиката

Г - Отсутствие защитных покровов

10 - количество жил

0,75 - сечение жил

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Проектирование кабельных трасс

**Кабельной линией** называется линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслonaполненных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла.

**Кабельным сооружением** называется сооружение, специально предназначенное для размещения в нем кабелей, кабельных муфт, а также маслоподпитывающих аппаратов и другого оборудования, предназначенного для обеспечения нормальной работы маслonaполненных кабельных линий. К кабельным сооружениям относятся: кабельные туннели, каналы, короба, блоки, шахты, этажи, двойные полы, кабельные эстакады, галереи, камеры, подпитывающие пункты.

**Кабельным туннелем** называется закрытое сооружение (коридор) с расположенными в нем опорными конструкциями для размещения на них кабелей и кабельных муфт, со свободным проходом по всей длине, позволяющим производить прокладку кабелей, ремонты и осмотры кабельных линий.

**Кабельным каналом** называется закрытое и заглубленное (частично или полностью) в грунт, пол, перекрытие и т. п. непроходное сооружение, предназначенное для размещения в нем кабелей, укладку, осмотр и ремонт которых возможно производить лишь при снятом перекрытии.

**Кабельной шахтой** называется вертикальное кабельное сооружение (как правило, прямоугольного сечения), у которого высота в несколько раз больше стороны сечения, снабженное скобами или лестницей для передвижения вдоль него людей (проходные шахты) или съемной полностью или частично стенкой (непроходные шахты).

Кабельным этажом называется часть здания, ограниченная полом и перекрытием или покрытием, с расстоянием между полом и выступающими частями перекрытия или покрытия не менее 1,8 м.



# Проектирование пунктов управления и линий связи.

## Проектирование кабельных трасс

- Проектирование и сооружение кабельных линий должны производиться на основе технико-экономических расчетов с учетом развития сети, ответственности и назначения линии, характера трассы, способа прокладки, конструкций кабелей и т. п.
- При выборе трассы кабельной линии следует по возможности избегать участков с грунтами, агрессивными по отношению к металлическим оболочкам кабелей
- Над подземными кабельными линиями в соответствии с действующими правилами охраны электрических сетей должны устанавливаться охранные зоны в размере площадки над кабелями:
  1. для кабельных линий выше 1 кВ по 1 м с каждой стороны от крайних кабелей;
  2. для кабельных линий до 1 кВ по 1 м с каждой стороны от крайних кабелей, а при прохождении кабельных линий в городах под тротуарами - на 0,6 м в сторону зданий сооружений и на 1 м в сторону проезжей части улицы.
- Для подводных кабельных линий до и выше 1 кВ в соответствии с указанными правилами должна быть установлена охранный зона, определяемая параллельными прямыми на расстоянии 100 м от крайних кабелей.
- Трасса кабельной линии должна выбираться с учетом наименьшего расхода кабеля, обеспечения его сохранности при механических воздействиях, обеспечения защиты от коррозии, вибрации, перегрева и от повреждений соседних кабелей электрической дугой при возникновении КЗ на одном из кабелей. При размещении кабелей следует избегать перекрещиваний их между собой, с трубопроводами и пр.

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

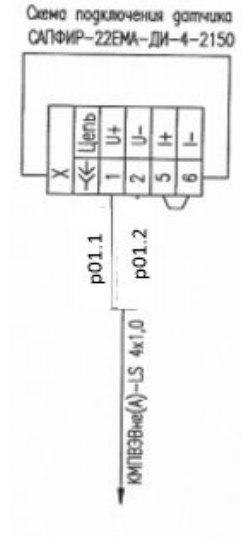
## Проектирование кабельных трасс

- Кабельные линии должны выполняться так, чтобы в процессе монтажа и эксплуатации было исключено возникновение в них опасных механических напряжений и повреждений, для чего:
  - кабели должны быть уложены с запасом по длине, достаточным для компенсации возможных смещений почвы и температурных деформаций самих кабелей и конструкций, по которым они проложены; укладывать запас кабеля в виде колец (витков) запрещается;
  - кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, стенам, перекрытиям и т. п., должны быть жестко закреплены в конечных точках, непосредственно у концевых заделок, с обеих сторон изгибов и у соединительных и стопорных муфт;
  - кабели, проложенные вертикально по конструкциям и стенам, должны быть закреплены так, чтобы была предотвращена деформация оболочек и не нарушались соединения жил в муфтах под действием собственного веса кабелей;
  - конструкции, на которые укладываются небронированные кабели, должны быть выполнены таким образом, чтобы была исключена возможность механического повреждения оболочек кабелей; в местах жесткого крепления оболочки этих кабелей должны быть предохранены от механических повреждений и коррозии при помощи эластичных прокладок;
  - кабели (в том числе бронированные), расположенные в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, механизмов и грузов, доступность для посторонних лиц), должны быть защищены по высоте на 2 м от уровня пола или земли и на 0,3 м в земле;
  - при прокладке кабелей рядом с другими кабелями, находящимися в эксплуатации, должны быть приняты меры для предотвращения повреждения последних;

# Проектирование пунктов управления и линий связи.

Измеряемая величина	Перепад давления				
Измеряемая среда	Воздух				
Отборное устройство	Место измерения	Фильтр N1	Фильтр N2	Фильтр N3	Фильтр N4
	Место расположения датчика или конструкции	Пом. А4949			
	Позиция отбора	p01	p02	p03	p04
	Запорная арматура у отборного устройства				
Маркировка труб					
Номер панели	WH05		WH06		
Тип датчиков и местных приборов	Сапфир 22 ДД модель 2420				
Позиция датчиков	P01	P02	P03	P04	
Адрес панели	Пом. А4949				

Измеряемая среда	Пар
Место измерения	Общий трубопровод подачи греющего пара на подогреватели ПСВ
Место расположения датчика или конструкции	пом. 1
Позиция датчика	P01
Маркировка, тип, жильность кабеля	
Соединительная коробка	
Маркировка, тип, жильность кабеля	
Адрес кабеля	N5



**Спасибо за внимание!**