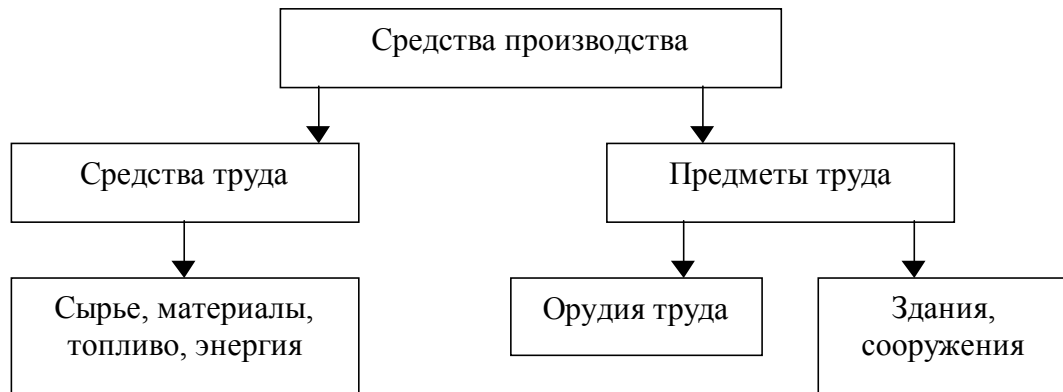


## ПРОИЗВОДСТВО КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

Производственный процесс – совокупность взаимосвязанных процессов труда, направленных на изготовление определенной продукции.

Средства производства – совокупность средств труда и предметов труда, участвующих в процессе производства.



Технология – совокупность приемов и способов получения, обработки сырья, материалов, изделий, осуществляемых в различных отраслях хозяйства. В нематериальной сфере технологией можно назвать совокупность операций по оказанию услуг. Технологией называют также операции добычи, обработки, переработки, технического контроля, транспортирования, складирования, хранения, которые являются основной частью производственного процесса.

К основным направлениям развития современной производственной технологии можно отнести:

- переход от дискретных процессов к непрерывным поточным процессам, обеспечивающим увеличение масштабов производства и эффективное использование оборудования;
- внедрение замкнутой безотходной технологии с целью более полного использования сырья, материалов, энергии, ликвидации отходов производства;
- повышение эффективности извлечения полезных ископаемых, их обогащения, переработки, комплексности использования.
- механизация и автоматизация технологических процессов.

### Типы производств, виды технологических процессов

Во всех сферах материального и нематериального производства имеются свои ТП, которые могут быть автоматизированы.

Целесообразность создания АСУ ТП определяется следующими характеристиками:

- объем производства;

- характер ТП (непрерывный, дискретный);
- серийность производства;
- уровень механизации и автоматизации ТП.

Использование автоматизированных систем определяется сложностью производства, которая зависит от числа производственных элементов, числа связей между ними и внешней средой. Сложность производства определяется численностью персонала, числом наименований сырья, материалов, готовой продукции, оборудования, числом технологических операций. Производство можно подразделять по временным характеристикам (длительное, среднее, короткое) и по последовательности выполнения операций (последовательное, параллельное, последовательно-параллельное).

Наиболее изучены и отработаны ТП в промышленности. При крупном разделении этих процессов можно выделить ТП механического и химического типов. Результатом ТП механического типа является изменение формы, внешнего вида или физических свойств материалов. Результатом ТП химического типа является изменение состава, свойств и внутреннего строения вещества.

### Структура ТП

Производственный процесс представляет собой совокупность взаимосвязанных основных, вспомогательных и обслуживающих процессов.

Основные процессы являются ТП производства. Структурной единицей любого ТП, служащей для его нормирования, планирования, учета и контроля, а также для оплаты труда, является технологическая операция (ТО). ТО называют часть ТП, выполняемую над одновременно обрабатываемыми объектами на одном рабочем месте.

Вспомогательными процессами называются процессы, выполняемые на данном предприятии по изготовлению инструмента, технологического оснащения, ремонта оборудования, производства электрической энергии и т.д.

Обслуживающие процессы охватывают технический контроль выполнения основных и вспомогательных процессов, качества продукции, транспортные и складские операции.

ТО принято расчленять на рабочие и управленческие. Под рабочими операциями понимают непосредственную обработку материала, энергии, информации. Под управленческими – координацию выполнения рабочих операций, поддержание режимов работы оборудования, обеспечение выполнения заданной программы.

### Фазы производственного процесса

Фазы представляют собой существующие периоды в процессе изготовления изделий. В разных производствах может быть различное число фаз. В машиностроении различают три основные фазы:

### 1. Заготовительная.

Включает изготовление заготовок и деталей, раскрой материалов их подготовку.

### 2. Обрабатывающая.

Соответствует изготовлению деталей (механическая обработка, термическая обработка, прессование и т.д.).

### 3. Сборочная.

Состоит в осуществлении процессов сборки, монтажа, наладки и заканчивается получением готового продукта.

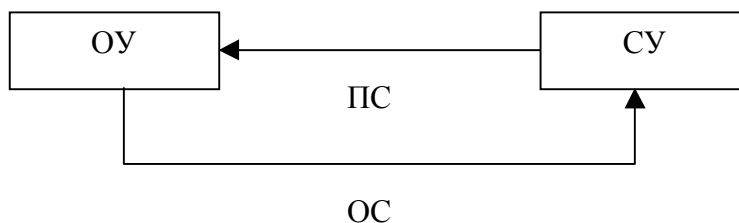
Фазы процесса производства четко разделяют процесс на части. Это позволяет разрабатывать АСУ ТП для фаз производства, так как каждая фаза локализуется по месту выполнения, по времени и представляет собой законченную часть ТП.

## УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Управление – совокупность действий, выбранных на основании определенной информации и направленных на поддержание или улучшение функционирования объекта в соответствии с имеющейся программой или целью.

В управлении следует выделить три особенности:

- информационный характер процесса управления;
- стремление принимать наилучшие решения;
- наличие обратной связи.



ПС – поток информации от СУ к ОУ (приказы, указания, решения).

ОС – поток информации от ОУ к СУ (данные о состоянии ОУ, о выполнении им управляющих указаний).

СУ – комплекс организационно-экономических и технических решений, обеспечивающих функционирование организации или процесса и достижения ими поставленных целей.

При построении СУ необходимо:

- знать цели управления, показатель эффективности работы СУ и его значение, иметь возможность определения степени приближения к цели;
- знать состояние входящих в систему подсистем, данные о ресурсах управления и внешней среде;
- иметь эффективные средства воздействия на управляемую систему и достаточную свободу их выбора;
- обеспечить минимальное число иерархических ступеней в структуре СУ;
- при управлении динамической системой учитывать запаздывание результатов управления;
- учитывать влияние текущих результатов на перспективы работы управляемого объекта;
- изменять структуру СУ и алгоритм функционирования при накоплении опыта работы, изменении условий и целей.

В материальном производстве объектами управления являются технические процессы:

- технологические (добыча, переработка сырья; обработка изделий);
- энергетические (выработка, преобразование, распределение энергии);
- транспортные (доставка, распределение грузов);
- информационные (преобразование, передача, хранение, обработка информации).

Управление производством включает координацию деятельности всего персонала, управление движением всех элементов производства, управление процессами, происходящими на уровне персонала. Управление производством распространяется на все фазы его существования – создание, функционирование, совершенствование, ликвидацию.

Управление ТП включает управление процессами, происходящими на уровне средств труда, предметов труда и их движением. Управление ТП в основном реализуется в фазе функционирования производства.

Управление производством – информационный процесс, обеспечивающий выполнение материального или информационного процесса и достижение им определенных целей. Производством управляют люди и воздействуют они на людей.

Управление ТП – информационный процесс, обеспечивающий выполнение материального процесса и достижение им определенных целей. ТП управляют люди, но они воздействуют на технические средства.



#### Управление производством

Основные отличия управления ТП от управления производством:

1. Управление направлено на средства производства и предметы труда.
2. Результатом труда является продукт производства или услуга.
3. Координация движения составляющих производственного процесса, операций ТП.
4. Управление осуществляется циклично.
5. Возможность создания автоматических систем с замкнутой обратной связью.

Для машиностроения управление ТП – это комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности производства в соответствии с выбранным критерием оптимальности при заданных технологических, экономических и других производственных ограничениях.

Комплекс мероприятий состоит из сбора, обработки и анализа информации о ТП и осуществления на основе этой информации контроля и регулирования ТП с помощью средств автоматизации и методов организации, управления производством с использованием вычислительной техники. Основными критериями эффективности управления при этом являются:

- повышение производительности труда;
- улучшение качества продукции;
- экономия материальных ресурсов;
- снижение себестоимости;
- улучшение условий труда.

#### Основные операции и технология управления ТП

Операции в управлении ТП связаны со спецификой управляемого процесса. Приведенный перечень операций рекомендуется к использованию при написании технологических карт управления.

- подготовительные операции (контроль готовности оборудования, наличия сырья, материалов, тары для продукции);
- пусковые операции (выполнение последовательности пусковых операций);
- сбор данных (измерение значений величин, определение состояния, опрос источников информации, передача данных);
- накопление и обзор данных (регистрация данных, сигнализация, индикация, определение отклонений);
- анализ ситуации (выделение главных в данный момент фактов);
- подготовка и принятие решений (выбор возможного решения, его принятие);
- реализация решений (включение, регулирование исполнительных механизмов);
- операции по останову (выполнение последовательности операций по останову);
- заключительные операции (контроль операций по останову, сдача продукции, подготовка к передаче рабочего места);
- получение информации от руководства и смежников (получение запросов, требований от смежников; получение указаний, рекомендаций от руководства; получение заданий, регистрация полученных данных);
- подготовка информации для передачи руководству и смежникам (подготовка и передача ответов; анализ претензий, указаний; подготовка данных для руководства и смежников).

Процесс управления можно разделить на отдельные операции, фазы, этапы. Управление поддается формализации и можно описать различными способами. В качестве документа, содержащего описание управления ТП, используется технологическая карта управления. Такая карта содержит описание информации, используемой для управления, перечень ситуаций и их суть, перечень решений, принимаемых оператором, последовательность процесса управления, ряд справочных данных. Технологическая карта процесса управления должна быть краткой и подробно разработанной с учетом многих возможных ситуаций.

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТП

### Автоматизация управления производством

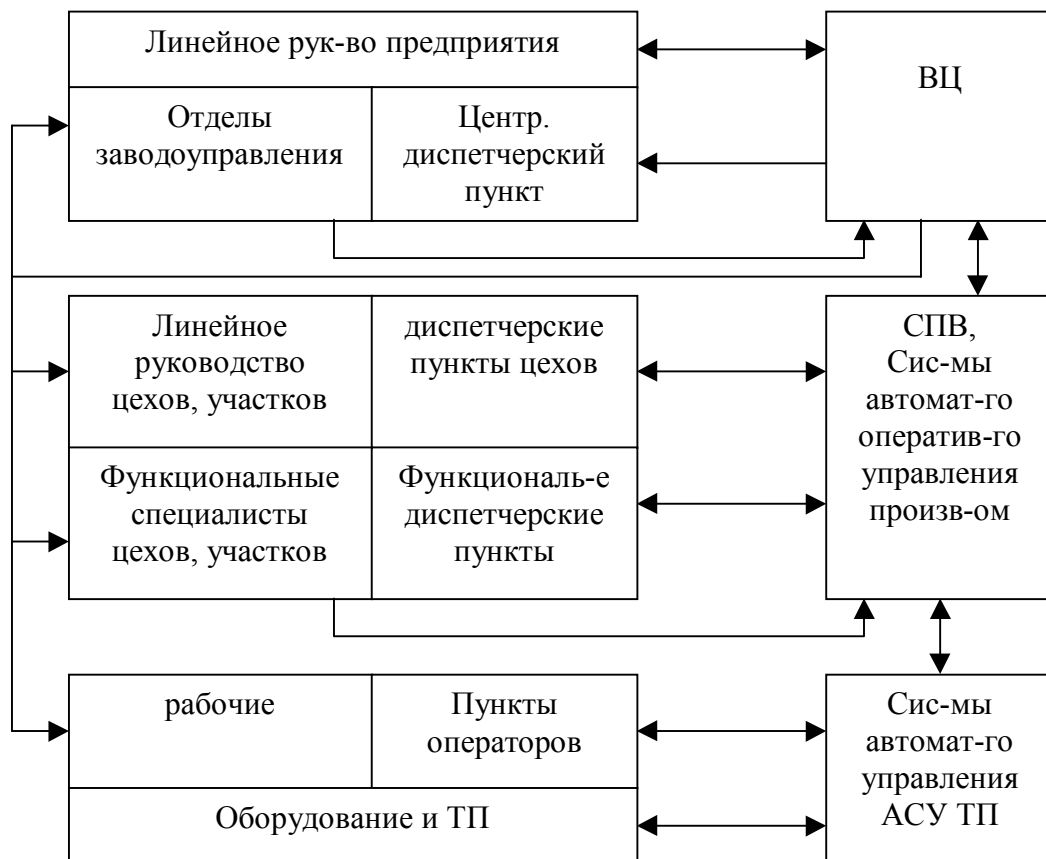
Научно-технический прогресс создает предпосылки для повышения качества управления за счет использования вычислительной техники, математических методов, теории управления, автоматизации управления. Все это нашло конкретную реализацию в автоматизированных системах управления.

Управление в АСУ заключается в сборе информации о ходе ТП, ее переработке и выводе управляющей информации для изменения хода процесса. Качество управления определяется тремя основными факторами:

- выбором эффективного решения;
- своевременностью его принятия;
- возможностью реализации этого решения.

Основным путем повышения качества управления является автоматизация управления производством, при которой данные задачи решаются средствами вычислительной техники.

Сложность управления ТП определяется суммарными потоками информации, которые выявляются в процессе изучения и анализа, стоимостью их обработки и использования результатов. Эти потоки определяют число датчиков, устанавливаемых в АСУ ТП, устройства вывода информации, алгоритмы обработки информации, объемы памяти ЭВМ.



В промышленности различают три уровня в общей схеме автоматизированного управления предприятием:

- автоматизация управления ТП;
- автоматизация управления на уровне производств;

- автоматизация управления на уровне предприятия.

На нижнем уровне решаются технические задачи: соблюдение технологических режимов, правил эксплуатации оборудования и ТБ. Автоматизация обеспечивает стабилизацию параметров, оптимальную в данных условиях производительность оборудования. На этом уровне применяют локальные системы регулирования параметров, поисковую автоматику, некоторые элементы вычислительной техники, автоматическую сигнализацию, блокировку, регистрацию.

На среднем уровне определяется экономически обоснованное распределение нагрузок между цехами и участками, оптимальный режим ТП, вырабатываются и передаются команды управления системам автоматизации нижнего уровня. Для этого используют системы централизованного сбора информации, вычислительные машины для анализа деятельности производств и выработки заданий системам автоматизации верхнего уровня.

На верхнем уровне решаются технические и экономические задачи. Планируется производство отдельных цехов и участков, выполняются учетные работы, осуществляется управление транспортом, складами, энергоресурсами, определяются показатели для оперативного управления, которые передаются в соответствующие системы автоматизации среднего уровня. Здесь применяют системы сбора информации о работе основных и вспомогательных производств, вычислительные машины для анализа деятельности всего предприятия, планирования, учета, оперативного управления, выдачи отчетной документации.

### Принципы автоматизации управления ТП

#### 1. Принципы организации производственного процесса.

Основу организации производственного процесса на предприятии составляет рациональное сочетание в пространстве и во времени основных, вспомогательных, обслуживающих процессов.

##### А) Принцип специализации

Специализация представляет собой форму общественного разделения труда, которая обуславливает выделение предприятий, цехов, участков изготавливающих определенную продукцию или выполняющих определенные процессы. Уровень специализации предприятий и подразделений определяется сочетанием двух основных факторов – объемом производства и трудоемкостью продукции.

##### Б) Принцип пропорциональности

Все производственные подразделения, группы оборудования, рабочие места должны иметь пропорциональную производительность в единицу времени. Пропорциональные



производственные возможности позволяют при полном использовании оборудования обеспечить равномерный выпуск комплектной продукции.

#### В) Принцип параллельности

Параллельное выполнение отдельных операций производственного процесса сокращает длительность производственного цикла. Параллельность проявляется в структуре технологических операций, в совмещении основных и вспомогательных операций.

#### Г) Принцип прямоточности

Изделие, изготавливаемое предприятием, от запуска исходного материала до выхода готовой продукции проходит по кратчайшему маршруту без встречных и возвратных движений. Соблюдение этого принципа реализуется в расположении цехов, оборудования, построении ТП.

#### Д) Принцип непрерывности

Перерывы в производстве (межоперационные, внутрисменные) необходимо устранять или уменьшать.

#### Е) Принцип ритмичности

Производственный процесс должен быть организован так, чтобы в равные интервалы времени выпускались равные количества продукции и через эти интервалы времени повторялись все фазы процесса.

### 2. Принципы организации автоматизированного управления.

Эти принципы определяют технологию управления в условиях АСУ.

#### А) Повышение экономической эффективности производства

Достигается путем повышения эффективности системы управления предприятием.

#### Б) Общее упорядочение

Упорядочиваются технология, процессы управления, структура и потоки информации, методы управления, обязанности должностных лиц. В результате этого организация производства поднимается на более высокий качественный уровень.

#### В) Принцип соответствия

Заключается в соответствии между потребностями автоматизируемого объекта и возможностями АСУ ТП.

#### Г) Принцип единообразия

Означает унификацию и стандартизацию элементов АСУ ТП. Унификация упрощает и удешевляет процессы проектирования, процессы эксплуатации, облегчает преемственность при создании новых АСУ.

## Декомпозиция АСУ ТП

Основная цель декомпозиции – разделение системы на части, имеющие меньшую сложность, с целью обеспечения условий для анализа и синтеза подсистем, для проектирования, построения, внедрения, эксплуатации и совершенствования систем управления.

Первой проблемой декомпозиции систем управления является разделение системы на части с меньшим числом элементов, связей, переменных величин. Обычно систему разделяют на подсистемы, которые поддаются какой-либо классификации (по функциям управления, по иерархии управления). Необходимо учитывать естественную декомпозицию, которая находит свое выражение в существующей структуре управления, обязанностях должностных лиц, действующей документации. АСУ ТП должна быть спроектирована таким образом, чтобы все ее подсистемы имели свои локальные цели, выбранные в соответствии с общей целью системы.

Второй проблемой является декомпозиция критерия, т.е. нахождения критериев субоптимальности, критериев функционирования подсистем. Необходимость этого обусловлена тем, что критерий эффективности всей системы является слишком общим. Выбор дополнительных критериев для подсистем нацеливает их работу на субоптимальность, несовпадающую с оптимальностью всей системы.

Третьей проблемой декомпозиции является оценка субоптимальности действия подсистемы, степени отклонения получаемых результатов от оптимальной потребности системы в целом. Четвертой проблемой является агрегатирование подсистем. Пятая проблема – выбор стратегии функционирования. Для эффективного управления требуется совокупность приемов управления, разработанных с учетом общей стратегии. Имеется ряд проблем, связанных с надежностью функционирования подсистем, обменом информацией между ними, участием человека.

### Виды обеспечения АСУ ТП

#### 1. Оперативный персонал.

Включает технологов-операторов автоматизированного технологического комплекса, осуществляющих управление технологическим объектом, и эксплуатационный персонал АСУ ТП, обеспечивающий функционирование системы. Оперативный персонал может работать в контуре управления и вне его. В первом случае оперативный персонал реализует функции управления, используя рекомендации, выдаваемые КТС. Вне контура управления оперативный персонал задает системе режим работы, контролирует работу системы и при необходимости принимает на себя управление технологическим объектом.

#### 2. Организационное обеспечение.

Включает описание функциональной, технической, организационной структур системы, инструкции и регламенты для оперативного персонала по работе АСУ ТП. Оно содержит совокупность правил, предписаний, обеспечивающих требуемое взаимодействие оперативного персонала между собой и комплексом средств.

### 3. Информационное обеспечение.

Включает систему кодирования технологической и технико-экономической информации, справочную и оперативную информацию. Содержит описания всех сигналов и кодов, используемых для связи технических средств. Применяемые коды должны включать минимальное число знаков, иметь логическую структуру и отвечать другим требованиям кодирования. Формы выходных документов и представления информации не должны вызывать трудностей при их использовании.

### 4. Программное обеспечение.

Включает общее ПО, поставляемое со средствами вычислительной техники, в том числе организующие программы, программы-диспетчеры, транслирующие программы, операционные системы, библиотеки стандартных программ. Специальное ПО, которое реализует функции конкретной системы, обеспечивает функционирование КТС, в том числе аппаратным путем.

### 5. Техническое обеспечение.

КТС включает:

- средства получения информации о состоянии объекта управления и средствах ввода данных в систему;
- средства формирования и передачи информации в системе;
- средства локального регулирования и управления;
- средства вычислительной техники;
- средства представления информации оперативному персоналу;
- исполнительные устройства;
- средства передачи информации в смежные и АСУ других уровней;
- приборы, устройства для наладки и проверки работоспособности системы.

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В АСУ ТП

Система – комплекс элементов, находящихся во взаимодействии. Системный подход предполагает, что целое обладает такими качествами, каких нет у его частей. Системный подход к проектированию АСУ ТП заключается в разбиении всей системы на подсистемы и учете при ее разработке не только свойств конкретных подсистем, но и связей между ними.

## Научные направления исследования и проектирования систем

### 1. Общая теория систем.

Это направление связано с разработкой совокупности методологических, научных и прикладных проблем анализа и синтеза сложных систем. В данной теории используются следующие уровни: символический, теоретико-множественный, абстрактно-алгебраический, топологический, логико-математический, теоретико-информационный, динамический, эвристический. Рассмотрение задач на каком-либо уровне абстрагирования позволяет дать ответы на определенную группу вопросов.

### 2. Системотехника.

Изучает вопросы планирования, проектирования, поведения сложных информационных систем. Основные принципы конструирования сложных систем:

#### 1) Максимум эффективности.

Критерием эффективности является отношение показателей ценности результатов, полученных в процессе функционирования системы, к показателю затрат на ее создание. При оценке эффективности используют методы аналогии, экспертных оценок, прямых расчетов, математического моделирования.

#### 2) Согласование частных критериев.

Для оптимального функционирования системы не требуется оптимизация работы каждой из ее подсистем. Для достижения общей цели должны быть согласованы между собой критерии эффективности каждой подсистемы.

#### 3) Оптимум автоматизации.

Не все задачи должны решаться автоматически. Уровень автоматизации необходимо обосновывать исходя из критериев эффективности.

#### 4) Централизация информации.

Система управления и принятия решений эффективна, если информация собирается, хранится и обрабатывается на основе единых массивов, единого банка данных, который может быть децентрализованным.

#### 5) Явления с малой вероятностью.

Основную задачу системы нельзя пересматривать, а основные характеристики системы не должны значительно изменяться для того, чтобы система оказывалась пригодной также в ситуациях, имеющих малую вероятность наступления.

### 3. Исследование операций.

Это научное направление в исследовании и проектировании систем основано на математическом моделировании процессов и явлений. Методы исследования операций наиболее пригодны для исследования и разработки организационных систем, но их можно

использовать при проектировании систем управления ТП на этапе постановки целей, определения показателей эффективности, анализе математических моделей.

#### 4. Системный анализ.

Является методологией исследования трудно наблюдаемых, трудно понимаемых свойств и отношений в объектах. Заключается в представлении этих объектов в качестве целенаправленных систем, изучении свойств этих систем, взаимоотношений между целями и средствами их реализации. Системный анализ используется при оценке проектов сложных АСУ, промышленных систем, процессов планирования.

Рассмотрим основные этапы системного анализа, используемые при проектировании организационных и технологических систем управления.

1. Постановка задачи, определение объекта исследования, постановка целей, задание критериев для улучшения управления объектом.

2. Определение границ изучаемой системы и ее структуризация. Совокупность объектов и процессов разбивается на изучаемую систему и внешнюю среду. Процесс структуризации состоит в том, что выделяются отдельные составные элементы системы, а возможные внешние воздействия представляются в виде совокупности элементарных воздействий.

3. Составление математической модели изучаемой системы. Необходимо описать выделенные элементы системы и элементарные воздействия на нее с помощью параметров. Затем устанавливаются зависимости между введенными параметрами.

4. Проведение исследования построенных моделей методами имитационного моделирования с применением ЭВМ.

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АСУ ТП

Экономическая эффективность – соотношение между получаемыми результатами производства (продукция, услуги) и затратами труда, средств производства.

Экономический эффект от применения АСУ ТП обуславливается повышением эффективности автоматизируемого производства, определяемым повышением качества и надежности управления, снижением потерь, повышением производительности.

При рассмотрении экономичности АСУ ТП выделяют информационные, организационные, математические и технические аспекты.

#### 1. Экономичность информации.

Наибольший эффект может быть получен при использовании для управления информации, требующей минимальных затрат. Минимальная стоимость необходимой

информации обеспечивается сокращением ее объема, выбором наилучших форм представления и кодов.

## 2. Экономичность организации.

Автоматизация труда дает эффект за счет выполнения работы с помощью технических средств, высвобождающих персонал. Экономический эффект от повышения качества управления ТП, получаемый при вводе АСУ ТП, обусловлен оперативностью автоматизированного управления, своевременностью принятия решений, выбором оптимальных решений, более полной их реализацией. Кроме этого повышается надежность управления за счет снижения времени нахождения системы в нерабочем состоянии, уменьшения числа сбоев при принятии решений.

## 3. Экономичность математического обеспечения.

Определяется затратами на его создание и обеспечения эффективности функционирования. Затраты на создание МО зависят от объема МО, от наличия качественных сервисных программ, операционных систем, возможностей автоматизированной разработки.

## 4. Экономичность технических средств.

В стоимости создания АСУ ТП основной объем занимают затраты на оборудование. Результативность применения ТС в АСУ ТП определяется степенью соответствия требованиям, к которым относятся информационная совместимость ТС, соответствие структуры КТС структуре и технологии работы АСУ ТП, быстрое решение основных задач АСУ ТП, упрощение общения персонала с ТС, возможность модификации КТС при невысоких затратах.

### Источники экономической эффективности АСУ ТП

Эффективность функционирования АСУ ТП определяется следующими факторами:

- высокой скоростью выполнения операций по передаче, обработке информации о состоянии параметров ТП, выдачи команд управления;
- оперативным контролем за состоянием ТП, обеспеченностью ресурсами, графиков выпуска продукции, координацией потоков между подразделениями;
- оперативным воздействием на параметры ТП, выбор оптимального режима работы оборудования и участков;
- постоянным контролем за техническим состоянием оборудования, предупреждением аварийных ситуаций;
- оперативным контролем за качеством выпускаемой продукции.

При этом учитываются следующие факторы повышения эффективности производства, связанные с внедрением АСУ ТП:

- увеличение выпуска продукции на имеющихся производственных мощностях в результате оптимизации производственной программы;
- повышение производительности труда вследствие сокращения потерь рабочего времени и простоев оборудования;
- сокращение сроков разработки новых ТП в результате применения вычислительной техники;
- установление оптимального уровня запасов ресурсов;
- повышение качества выпускаемой продукции;
- сокращение различных финансовых расходов.

Основные показатели экономической эффективности АСУ ТП:

1. Годовая экономия  $\mathcal{E}_c$  от снижения себестоимости производства продукции.

Определяется по всем стадиям ТП по формуле: 
$$\mathcal{E}_c = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i - \mathcal{Z}_\mathcal{O}$$

$\mathcal{E}_i$  – экономия от улучшения использования элементов ТП;

$\mathcal{Z}_\mathcal{O}$  – затраты по обслуживанию АСУ ТП.

2. Годовой экономический эффект  $\mathcal{E}_\mathcal{G}$ .

Определяется по формуле:  $\mathcal{E}_\mathcal{G} = \mathcal{E}_c - \mathcal{E}_\mathcal{H}\mathcal{K}_\mathcal{A}$ .

$\mathcal{E}_\mathcal{H}$  – нормативный коэффициент экономической эффективности затрат в АСУ ТП ( $\mathcal{E}_\mathcal{H} = 0.15$ );

$\mathcal{K}_\mathcal{A}$  – затраты на создание и внедрение АСУ ТП.

3. Коэффициент экономической эффективности  $\mathcal{E}_\mathcal{P}$  и срок окупаемости затрат  $\mathcal{T}_\mathcal{P}$  в АСУ ТП.

$$\mathcal{E}_\mathcal{P} = \mathcal{E}_c / \mathcal{K}_\mathcal{A}; \quad \mathcal{T}_\mathcal{P} = \mathcal{K}_\mathcal{A} / \mathcal{E}_c.$$

Значения  $\mathcal{E}_\mathcal{P}$  и  $\mathcal{T}_\mathcal{P}$  сопоставляются с нормативными значениями  $\mathcal{E}_\mathcal{H}$  и  $\mathcal{T}_\mathcal{H}$  для данной отрасли. Если  $\mathcal{E}_\mathcal{P} \geq \mathcal{E}_\mathcal{H}$  и  $\mathcal{T}_\mathcal{P} \leq \mathcal{T}_\mathcal{H}$  то затраты в АСУ ТП считаются достаточно эффективными.

Затраты на создание и эксплуатацию АСУ ТП

Единовременные затраты  $\mathcal{K}_\mathcal{A}$  на создание и внедрение АСУ ТП определяются по формуле:

$$\mathcal{K}_\mathcal{A} = \mathcal{K}_\mathcal{П} + \mathcal{K}_\mathcal{O} + \mathcal{K}_\mathcal{M} + \mathcal{K}_\mathcal{P} + \mathcal{K}_\mathcal{Л} - \mathcal{K}_\mathcal{В}$$

$\mathcal{K}_\mathcal{П}$  - предпроизводственные затраты (расходы на разработку АСУ ТП);

$\mathcal{K}_\mathcal{O}$  - затраты на приобретение вычислительной техники;

$\mathcal{K}_\mathcal{M}$  - затраты на монтаж оборудования;

$\mathcal{K}_\mathcal{P}$  - затраты на модернизацию объектов;

Кл – остаточная стоимость ликвидируемого оборудования;

Кв – остаточная стоимость высвобождаемого оборудования.

Текущие затраты по эксплуатации АСУ ТП определяются по формуле:

$$Z_{\text{э}} = Z_{\text{а}} + Z_{\text{р}} + Z_{\text{оп}} + Z_{\text{эн}} + Z_{\text{н}}$$

$Z_{\text{а}}$  – затраты на амортизацию оборудования;

$Z_{\text{р}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования;

$Z_{\text{оп}}$  – зарплата персонала;

$Z_{\text{эн}}$  – затраты на электроэнергию;

$Z_{\text{н}}$  – накладные расходы.

### НАДЕЖНОСТЬ АСУ ТП

Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих определенным режимам, условиям пользования, технического обслуживания.

Надежность является комплексным свойством объекта, включающим следующие составляющие:

1. Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени;
2. Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в обнаружении причин возникновения отказов, устранению их последствий путем проведения ремонта и технического обслуживания;
3. Сохраняемость – свойство объекта сохранять работоспособное состояние в течение транспортировки и после хранения;
4. Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания.

Каждая из составляющих надежности связана с некоторой случайной величиной, имеющей размерность времени (время безотказной работы, время восстановления работоспособности после отказа, время сохранения технических характеристик в условиях хранения).

АСУ ТП как объект исследования надежности имеет следующие особенности:

- сложность (большое число различных технических средств и персонала);
- многофункциональность;



- многонаправленность использования элементов в системе (один и тот же элемент участвует в выполнении нескольких функций);
- множественность видов отказов (причины возникновения, последствия);
- взаимосвязь надежности и экономической эффективности (повышение надежности требует дополнительных затрат, снижающих экономический эффект);
- зависимость надежности от технической эксплуатации;
- зависимость надежности от КТС и структуры алгоритмов;
- влияние персонала на надежность.

Уровень эксплуатационной надежности АСУ ТП определяется следующими факторами:

- составом и структурой используемых технических средств;
- режимами, параметрами обслуживания и восстановления;
- условиями эксплуатации системы и ее отдельных компонент;
- содержанием, организацией, структурой реализуемых алгоритмов управления;
- содержанием задач и организацией деятельности операторов.

Применительно к АСУ ТП основные составляющие надежности – безотказность и ремонтпригодность, которые обязательно вносятся в техническую документацию. Сохраняемость и долговечность не являются существенными показателями и определяются факторами морального старения. Рассмотрение вопросов надежности АСУ ТП базируется на функциональном подходе, в соответствии с которым надежность АСУ ТП представляет собой совокупность характеристик и показателей по всем функциям системы. Перечень этих функций устанавливается ТЗ на АСУ ТП и по каждой функции различают два возможных состояния: работоспособность и неработоспособность.

Для функций АСУ ТП можно выделить следующие основные виды отказов:

- устойчивые отказы и сбои;
- внезапные и постепенные отказы;
- отказы, приводящие к остановке и аварии.

Методы повышения надежности технических систем:

- применение более надежных компонентов одного назначения;
- введение избыточности (структурной, информационной);
- интенсификация технического обслуживания;
- улучшение условий эксплуатации.

Методы повышения ремонтпригодности:

- применение компонентов с высоким уровнем ремонтпригодности;
- увеличение состава и повышение квалификации ремонтных бригад;

- рационализация размещения технических средств;
- применение специального диагностического оборудования.

Меры по борьбе со сбоями технических средств:

- применение компонентов с высоким уровнем помехоустойчивости;
- улучшение помеховой обстановки;
- введение информационной и алгоритмической избыточности.

На различных этапах создания АСУ ТП возникают две основные задачи, требующие совместного рассмотрения вопросов надежности и экономической эффективности:

1. Прогноз уровня экономической эффективности с учетом надежности;
2. Оптимизация требований надежности АСУ ТП по критерию максимума ее экономической эффективности.

Теоретической предпосылкой возможности оптимизации уровня надежности АСУ ТП по экономическим критериям является следующие обстоятельства:

1. Повышение надежности связано с определенными затратами;
2. Повышение надежности снижает потери от отказов.

### НАУЧНОТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ АСУ ТП

Под научно-техническим уровнем (НТУ) АСУ ТП понимают степень соответствия оцениваемой системы поставленным задачам или тенденциям научно-технического прогресса.

Основными целями оценки НТУ АСУ ТП являются:

- получение прогнозируемых оценок развития АСУ ТП;
- планирование уровня создаваемой системы;
- управление процессом разработки и внедрения;
- оценка эффективности функционирования;
- определение направлений дальнейшего развития.

Показатель НТУ системы выражается функцией:  $Y = f(X_i A_i)$

$X_i$  – частные значения показателей оцениваемой системы, достигнутые в рассматриваемый момент;

$A_i$  – коэффициент важности показателя  $X_i$ ;

Различают идеальный, прогнозируемый, проектный, достигнутый НТУ АСУ ТП.

1. Идеальный НТУ.

Это уровень, когда функция  $Y$  достигает экстремального значения. Определение значений  $X_i$ , при которых достигается оптимальный уровень, позволяет оценить потенциальные возможности развития АСУ ТП.

## 2. Прогнозируемый НТУ.

Определяется для построения АСУ ТП достаточно высокого уровня в условиях ограничений по времени и ресурсам. Он получается подстановкой в функцию значений показателей возможных вариантов элементов АСУ ТП и сравнением прогнозируемого НТУ с идеальным. Выбирается тот вариант, который дает наибольшее приближение к идеальному НТУ.

## 3. Проектный НТУ.

Определяется условиями создания и функционирования конкретной АСУ ТП, является минимально необходимым для возмещения затрат на разработку и эксплуатацию системы. Как правило, соблюдается следующее условие:

$$U_{\text{проект}} < U_{\text{прог}} < U_{\text{ид}}$$

## 4. Достигнутый НТУ.

Определяется значениями показателей элементов и условиями работы АСУ ТП, выявленными в результате анализа функционирования АСУ ТП в производственных условиях.

Таким образом, оценка НТУ позволяет определить предпочтительность различных характеристик АСУ ТП или отдельных элементов.

Для оценки НТУ АСУ ТП необходимо следующее:

- выбрать частные показатели НТУ;
- определить их численные значения;
- определить комплексный показатель НТУ, учитывающий коэффициенты важности его частных показателей для конкретного варианта АСУ ТП.

Показатели оценки НТУ АСУ ТП должны удовлетворять следующим требованиям:

- каждый показатель должен характеризовать совокупность элементов, от которых зависит уровень АСУ ТП и который должен быть чувствительным к изменению каждого показателя;
- каждый показатель должен содержать количественную оценку;
- число показателей должно быть ограничено для обеспечения их сбора и обработки простыми способами;
- показатели НТУ должны стимулировать применение перспективных элементов АСУ ТП.

### Технико-экономический уровень АСУ ТП

В отличие от НТУ ТЭУ отражает не степень соответствия оцениваемой системы тенденциям НТП, а степень соответствия объекту управления. С помощью ТЭУ разработчики, руководители проектов, заказчики могут оценить качество выполненных работ по созданию АСУ ТП, сравнивать разные разработки и обеспечивать соблюдение принципа – повышения экономической эффективности производства.

ТЭУ АСУ ТП определяется как сумма показателей основных частей АСУ ТП:

$$У_{тэу} = У_э + У_о + У_и + У_м + У_т.$$

У<sub>э</sub> – экономический показатель АСУ ТП;

У<sub>о</sub> – организационный показатель АСУ ТП;

У<sub>и</sub> – информационный показатель АСУ ТП;

У<sub>м</sub> – математический показатель АСУ ТП;

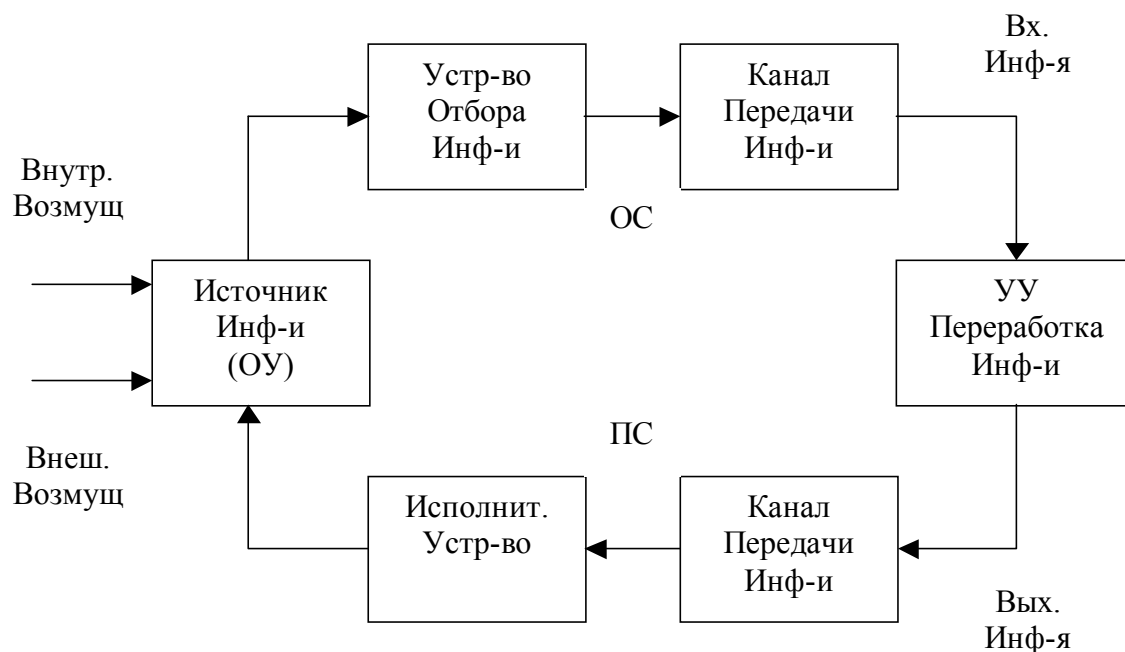
У<sub>т</sub> – технический показатель АСУ ТП.

Каждый из этих показателей определяется сравнением требований, полученных в результате анализа параметров объекта автоматизации и аналогичными характеристиками разработанной системы.

### ИНФОРМАЦИЯ В АСУ ТП

Теория автоматизированных систем – это наука об общих чертах процессов и систем управления в технических устройствах и общественных организациях. Для автоматизированных систем характерны процессы переработки информации (преобразование, передача, хранение, восприятие).

При любом процессе управления происходит передача информации и переработка управляющей системой входной информации в выходную. При этом необходимы контроль и регулирование, заключающиеся в сравнении информации о результатах предшествующего этапа деятельности с информацией, соответствующей условиям достижения цели, в оценке рассогласования между ними и выработке корректирующего выходного сигнала. Рассогласование вызывается внутренними и внешними возмущающими воздействиями случайного характера. Процесс передачи информации предполагает наличие источника информации и приемника.



Каналы передачи информации

### Документирование в АСУ ТП

Для обеспечения участия человека в управлении ТП необходимо документирование информации. Для последующих анализов требуется накопление статистических исходных данных посредством регистрации состояний и значений параметров процесса во времени. На основе этого проверяется соблюдение ТП, качество продукции, контролируются действия персонала в аварийных ситуациях, осуществляется поиск направлений совершенствования процесса.

При разработке информационного обеспечения АСУ ТП, связанного с документированием и регистрацией, необходимо следующее:

- определить вид регистрируемых параметров, место и форму регистрации;
- выбрать временной фактор регистрации;
- минимизировать количество регистрируемых параметров из соображений необходимости и достаточности для оперативных действий и анализа.

При разработке системы документирования унифицируются форматы документов, их структура. Уделяется внимание наглядности документов, за счет использования табличных форм. В документах, предназначенных для компьютерной обработки, вводятся специальные реквизиты. Решаются вопросы классификации документов и маршрутов их движения. Определяются объемы информации в документах, устанавливается место и сроки хранения документов.

### Потоки информации в каналах связи АСУ ТП

Система должна передавать с необходимым качеством информацию от места ее образования к месту ее приема и использования. Для этого должны удовлетворяться следующие требования:

- своевременность доставки информации;
- верность передачи (отсутствие искажений, потерь);
- надежность функционирования;
- единство времени в системе;
- возможность технической реализации;
- обеспечение экономической приемлемости информационных требований.

Кроме того, система должна предусматривать:

- регулирование информационных потоков;
- возможность осуществления внешних связей;
- возможность расширения АСУ ТП;
- удобство участия человека в анализе и управлении процессом.

К основным характеристикам потока информации относятся:

- объект управления (источник информации);
- цель информации;
- формат информации;
- объемно-временные характеристики потока;
- периодичность возникновения информации;
- объект, использующий информацию.

При необходимости характеристики потока детализируются указанием:

- вида информации;
- наименования контролируемого параметра;
- диапазона изменения параметра во времени;
- числа одноименных параметров на объекте;
- условий отображения информации;
- скорости генерации информации.

К основным информационным характеристикам канала связи относятся:

- местоположение начала и конца канала связи;
- форма передаваемой информации;
- структура канала передачи (датчик, кодер, модулятор, линия, демодулятор, декодер, устройство отображения);
- вид канала связи (телефонный, механический);

- скорость передачи и объем информации;
- способы преобразования информации;
- пропускная способность канала;
- объем сигнала и емкость канала связи;
- помехоустойчивость;
- информационная и аппаратурная избыточность канала;
- надежность связи и передачи по каналу;
- уровень затухания сигнала в канале;
- информационное согласование звеньев канала;
- мобильность канала передачи (время включения в работу).

#### Единое время в системе информации АСУ ТП

При организации автоматизированного управления для внесения временного признака информации АСУ ТП может включать единую систему времени с централизованной шкалой отсчета. Для информационных связей АСУ ТП характерной чертой является действие в реальном масштабе времени.

Применение единой системы отсчета времени обеспечивает выполнение следующих задач:

- документирование времени приема, передачи информации;
- протоколирование происходящих в АСУ ТП событий;
- анализ производственных ситуаций по временному признаку (очередность поступления, длительность);
- учет времени прохождения информации по каналам связи и времени обработки информации;
- управление очередностью приема, передачи, обработки информации;
- задание последовательности управляющих воздействий в пределах единой шкалы времени;
- отображение единого времени в пределах зоны действия АСУ ТП.

#### Методы и системы обеспечения АСУ ТП научно-технической информацией

Автоматизированные подсистемы научно-технической информации (НТИ) являются составными частями АСУ, совместимыми с ними ТС и методами обработки информации. Основной функцией подсистемы НТИ является обеспечение информационных потребностей специалистов в области управления ТП, поддержание заданных показателей, условий, последовательностей выполнения операций, оптимальных режимов эксплуатации оборудования.

При разработке и внедрении системы информационного обеспечения АСУ ТП необходимо учитывать принципы организации управления ТП, которым соответствуют следующие этапы:

1. Определение подсистем АСУ ТП и типов управленческих решений, по которым необходимо обеспечение НТИ.

Результаты этого этапа используются для определения оптимальной структуры массивов информации, для выявления характеристик ожидаемого потока запросов.

2. Определение основных групп потребителей информации.

Потребители информации классифицируются в зависимости от их участия в подготовке и принятии управленческих решений, связанных с организацией ТП. Накопление информации осуществляется с учетом видов задач, решаемых при управлении процессами. Потребитель может получать информацию по сопряженным технологическим участкам, также создаются условия для перераспределения информации при изменении потребностей.

3. Изучение информационных потребностей.

4. Изучение потоков НТИ, необходимой при управлении процессами.

Базируется на результатах анализа управленческих задач. Наряду с потоками документальной информации анализируются факты, отражающие опыт данного и аналогичных предприятий.

5. Разработка информационно-поисковых систем для управления ТП.

#### Информационное обеспечение СУ качеством продукции

Управляющие воздействия, направленные на повышение качества продукции, формируются на основе изучения информации о фактическом уровне качества, потребностях и возможностях производства. При разработке СУ качеством продукции применяются стандарты и решаются следующие вопросы:

- определение направлений и масштабов работ;
- установление и разграничение ответственности каждого подразделения за обеспечение необходимого уровня качества продукции;
- объединение, координация трудовых и материальных ресурсов с использованием нормативно-технических и методических документов.

Главным направлением в области информационного обеспечения СУ качеством продукции является создание документации по следующим разделам:

- регламентация требований к качеству и надежности изделий;
- обеспечение высокого качества и надежности;
- аналитические и экспериментальные методы контроля, оценки качества и надежности;



- регламентация справочных данных и содержания работ;
- аттестация качества.

## СИГНАЛЫ И КОДЫ В АСУ ТП

При создании АСУ ТП основное внимание уделяется сигналам, связанным со взаимодействием отдельных элементов. Изучению подлежат сигналы взаимодействия человека с ТС и ТС с ТС.

Рассмотрим группы сигналов и кодов:

1. Представляет собой стилизованные языки, которые обеспечивают экономный ввод данных в ТС и вывод их оператору. По характеру информации можно выделить технические и экономические данные.

2. Решает задачи передачи данных и стыковки ТС. Основной проблемой является верность передачи сообщения, для чего используют помехоустойчивые коды. Информационная совместимость ТС обеспечивается установкой дополнительной согласующей аппаратуры, использованием вспомогательных программ перекодировки данных.

3. Представляет собой машинные языки. Обычно используют двоичные коды с элементами защиты данных по цифровому модулю, с дополнением кода проверочным разрядам.

Общие технические требования к АСУ ТП по информационному обеспечению:

- максимальное упрощение кодирования информации за счет кодовых обозначений и кодов повторения;
- обеспечение простоты декодирования выходных документов и форм;
- информационная совместимость АСУ ТП со смежными системами по содержанию, кодированию, форме представления информации;
- возможность внесения изменений в ранее переданную информацию;
- обеспечение надежности выполнения системой своих функций за счет помехозащищенности информации.

Персонал АСУ ТП взаимодействует с КТС, воспринимая и вводя технологическую и экономическую информацию. Кроме этого оператор взаимодействует с другими операторами и вышестоящим персоналом. Для облегчения этих связей принимаются меры по формализации потоков информации, их сжатию и упорядочению.

ЭВМ передает оператору информацию в виде световых сигналов, изображений, печатных документов, звуковых сигналов. При взаимодействии оператора с ЭВМ необходимо обеспечить:

- наглядное отображение функционально-технической схемы объекта управления, информации о его состоянии в объеме функций возложенных на оператора;
- отображение связи и характера взаимодействия объекта управления с внешней средой;
- сигнализацию о нарушениях в работе объекта;
- быстрое выявление возможности и ликвидация неисправностей.

Отдельные группы элементов, наиболее существенные для контроля и управления объектом, обычно выделяют размерами, формой, цветом.

ТС, используемые для автоматизации управления, позволяют вводить информацию только в определенной заранее обусловленной форме. Это приводит к необходимости кодирования информации.

Обмен данными между функциональными блоками СУ должен осуществляться законченными смысловыми сообщениями. Сообщения передаются двумя отдельными потоками данных: информационным и управляющим. Сигналы информационного потока подразделяются на следующие группы:

- сигнал измеряемого параметра;
- сигнал диапазона измерения;
- сигнал состояния функциональных блоков системы;
- сигнал адреса (принадлежность измеряемого параметра определенному блоку);
- сигнал времени;
- служебный сигнал.

Для защиты от ошибок при обмене информацией через каналы связи на входе и выходе аппаратуры следует использовать избыточные коды с проверкой на четность, циклические, итеративные, с повторением.

Вопросы защиты информации связаны с обеспечением надежности работы СУ, формами представления информации. Информацию необходимо защищать от искажений и от использования не по назначению. Методы защиты информации зависят от производимых операций, от используемого оборудования.

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ АСУ ТП

### Организационная структура АСУ ТП

Под организационной структурой управления понимают производственные связи между людьми, занятыми эксплуатацией объекта.

Персонал, занятый оперативным управлением, поддерживает ТП в заданных нормах, обеспечивает выполнение производственного плана, контролирует работу технологического оборудования, следит за условиями безопасного ведения процесса.

Эксплуатационный персонал АСУ ТП обеспечивает правильность функционирования КТС АСУ ТП, ведет учет и отчетность.

АСУ ТП получает от вышестоящего уровня управления производственные задания, критерии реализации этих заданий, передает на вышестоящие уровни управления сведения о выполнении заданий, количественных и качественных показателях продукции и функционировании автоматизированного технологического комплекса.

Для анализа организационной структуры и определения оптимального построения внутренних взаимосвязей используют методы групповой динамики. При этом обычно применяют методику и приемы социальной психологии. Проведенные исследования дали возможность сформулировать необходимые условия организации группы оперативного технологического персонала:

- вся производственная информация должна передаваться только через руководителя;
- у одного подчиненного должно быть не больше одного непосредственного руководителя;
- в производственном цикле информационно взаимодействуют друг с другом только подчиненные одного руководителя.

Расчетные формулы показателей для оценки организационной структуры.

Осн-е показатели для группы	Формула	Хар-ка показателя
Число связей в группе	$\sum_{i=1}^n d_i$	Сложность структуры $d_i$ - число связей $i$ -го элемента; $n$ – число элементов в группе.
Относительный ранг	$R'_i \approx \frac{d_i}{\sum d_i}$	Вес $i$ -го элемента в группе
Ранг элемента	$R_i = \frac{d_i}{d_l}$	Вес элемента по отношению к руководителю
Периферийность	$P_i = \frac{(d_l - d_i) \sum d_i}{d_i d_l}$	Удаленность элемента от руководителя
Момент группы	$M = \sum P_i R_i$	Инерция при исполнении группой распоряжений руководителя
Живучесть группы	$K = \frac{\sum d_i - 2(n-1)}{2(n-1)}$	Число связей, которые могут быть нарушены при сохранении группы
Свобода в группе	$L = \frac{\sum d_i - 2(n-1)}{(n-1)(n-2)}$	Удовлетворенность элемента своей деятельностью

Число связей должно быть не менее  $2(n-1)$ , если все связи в группе командные, или не больше  $n(n-1)$ , если все связи в группе информационные.

В группе оперативного персонала используются командные и информационные связи. Сообщения, переданные руководителями по командной связи, обязательно находят адресата и требуют безусловного исполнения. Информация, поступающая от подчиненных по командной связи, достигает ближайшего руководителя. Сообщения, передаваемые по информационным связям, принимаются к сведению. Условно считают, что величина связи между двумя элементами в группе равна 1. Если общения не требуется, то величина связей принята равной 0.

Эффективность деятельности группы определяется относительным рангом руководителя  $R'_l$ . С увеличением  $R'_l$  группа выполняет поставленные задачи быстрее, с меньшим числом ошибок, но ухудшается социальный климат, растет неудовлетворенность

отведенной руководителю ролью у всех остальных элементов группы, уменьшается живучесть группы.

На основании анализа производственных структур различных предприятий рекомендуются следующие пределы характеристик:

$$R_j' = 0,33 - 0,45 \quad K = 0,8 - 1,8 \quad L = 0,03 - 0,2$$

Подразделения технического обслуживания выполняют работы на всех стадиях создания АСУ ТП (проектирования, внедрения, эксплуатации).

Подразделения АСУ ТП выполняют следующие функции:

- обеспечение эксплуатации систем в соответствии с правилами и требованиями технической документации;
- обеспечение текущего и планового ремонта ТС АСУ ТП;
- проведение совместно с разработчиком испытаний АСУ ТП;
- проведение исследований по определению экономической эффективности системы;
- разработка и реализация мероприятий по дальнейшему развитию системы;
- повышение квалификации работников службы АСУ ТП, изучение и обобщение опыта эксплуатации.

#### Технология работы оперативного персонала

В зависимости от структуры АСУ ТП функции технолога-оператора можно представить следующим образом.

Вид системы	Функции технолога-оператора АСУ ТП
Система с непрямым управлением. Работает в информационно-советующем режиме. Оператор ведет управление вручную	Управление исполнительными устройствами на основании данных о состоянии объекта и рекомендаций УВК.
Система с комбинированным управлением. Работает в информационно-управляющем режиме. Оператор ведет процесс и контролирует централизованное управление	Ручное управление по данным о состоянии объекта и рекомендациям УВМ. Контроль за работой системы в части автоматизированных функций управления.
Система с прямым управлением. Работает в управляющем режиме. Централизованное управление исполнительными устройствами.	Контроль за работой системы, задание режимов работы и критериев функционирования, ликвидация возмущений технологического, производственного и экономического характера.

Для выполнения функций технологу-оператору должны быть представлены технические и программные средства, обеспечивающие в зависимости от особенностей ТП требуемые наборы из следующих информационных сообщений:

- индикация измеренных значений параметров по вызову;
- индикация и изменение заданных границ контроля параметров процесса;

- звуковая сигнализация и индикация отклонений параметров за регламентные границы;
- звуковая сигнализация и индикация отклонений скорости изменения параметров от заданных значений;
- отображение состояния ТП и оборудования на схеме объекта управления;
- регистрация тенденций изменения параметров;
- оперативную регистрацию нарушений ТП и действий оператора.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП

### Математические методы в АСУ ТП

Приведем следующую классификацию математических методов:

1. Линейное программирование.
  - основная задача;
  - задача большой размерности;
  - транспортная задача;
  - обобщенная задача в сетевой постановке;
  - целочисленные задачи;
  - распределительная задача.
2. Динамическое программирование.
3. Методы оптимизации.
4. Выпуклое программирование.
5. Комбинаторное программирование.
  - задача календарного планирования;
  - задача распределения заданий;
6. Нелинейное программирование.
  - задача с линейными ограничениями.

Методы построения описаний объекта:

1. Метод Монте-Карло.
2. Математическая статистика.
3. Теория планирования эксперимента.
4. Теория массового обслуживания.
5. Системы алгебраических уравнений.
6. Дифференциальные уравнения.
7. Теория графов.

### Моделирование в АСУ ТП

Модель – условный образ объекта исследования, отображающий существенные свойства, характеристики, параметры, взаимосвязи объекта.

Математическое моделирование – метод исследования процессов или явлений путем построения их математических моделей и анализа этих моделей.

Имитационное моделирование – метод математического моделирования, при котором используют прямую подстановку чисел, имитирующих внешние воздействия, параметры и переменные процессов с помощью ЭВМ.

### Алгоритмы в АСУ ТП

Алгоритм – совокупность предписаний, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи.

Особенности алгоритмов управления, используемых в АСУ ТП:

- временная связь алгоритма с управляемым процессом;
- хранение рабочих программ в оперативной памяти ЭВМ для доступа к ним в любой момент времени;
- превышение удельного веса логических операций в алгоритмах АСУ ТП;
- разделение алгоритмов АСУ ТП на функциональные части;
- реализация на ЭВМ алгоритмов в режиме разделения времени.

Учет временного фактора в алгоритмах управления сводится к необходимости фиксации времени приема информации в систему, времени выдачи сообщений оператором для формирования управляющих воздействий, прогнозирование состояния объекта управления. Необходимо обеспечить своевременную обработку сигналов ЭВМ, связанной с управляемым объектом. Это достигается составлением наиболее эффективных по быстродействию алгоритмов, реализуемых на быстродействующих ЭВМ.

Из второй особенности алгоритмов АСУ ТП вытекают жесткие требования к объему памяти, необходимой для реализации алгоритма, к связности алгоритма. Третья особенность алгоритмов АСУ ТП обусловлена тем, что ТП управляются на основе решений, принимаемых по результатам сопоставления различных событий, сравнения значений параметров объекта, проверки выполнения различных условий и ограничений.

Использование четвертой особенности алгоритмов АСУ ТП дает возможность разработчику сформулировать несколько задач системы, а затем объединить разработанные алгоритмы этих задач в единую систему. Степень взаимосвязи задач АСУ ТП может быть различной и зависит от конкретного объекта управления.

Для учета пятой особенности алгоритмов управления необходимо разрабатывать операционные системы реального времени и планировать очередность загрузки модулей, реализующих алгоритмы задач АСУ ТП, их выполнение в зависимости от приоритетов.

#### Автоматический контроль и регулирование в АСУ ТП

Контроль ТП – операция установления соответствия между действительными показателями процесса и их номинальными значениями.

Автоматическое регулирование – поддержание постоянной некоторой величины, характеризующей ТП или изменение ее по заданному закону, осуществляемое с помощью контроля состояния объекта.

На этапе разработки АСУ ТП создаются измерительные информационные системы, которые обеспечивают полный и своевременный контроль режима работы агрегатов, позволяют анализировать ход ТП и ускорить решение задач оптимального управления.

Функции систем централизованного контроля сводятся к решению следующих задач:

- определение текущих и прогнозируемых значений величин;
- определение показателей, зависящих от ряда измеряемых величин;
- обнаружение событий, являющихся нарушениями и неисправностями на производстве.

Общая модель задачи при оценке текущих значений измеряемых величин и вычисляемым по ним ТЭП в системе централизованного контроля может быть представлена следующим образом. Задана совокупность величин и показателей, которые необходимо определять в объекте контроля. Указана требуемая точность их оценки. Имеется совокупность датчиков, которые установлены на автоматизируемом объекте.

Общая задача оценки значения отдельной величины формируется следующим образом: для каждой отдельной величины требуется найти группу датчиков, частоту их опроса и алгоритм переработки получаемых от них сигналов, в результате которого значение этой величины определяется с заданной точностью.

Системы измерений в условиях функционирования АСУ ТП должны обеспечивать необходимую точность, быстродействие, чувствительность и надежность в соответствии с заданными метрологическими, эксплуатационными и экономическими характеристиками.

#### Классификация ТС АСУ ТП

Управление – информационный процесс, поэтому ТС предназначены для работы с информацией. Существуют следующие виды работ с информацией:

- преобразование информации;



- перемещение информации, передача данных;
- перемещение информации во времени;
- обработка данных;
- размножение данных.

ТС можно группировать по эксплуатационным характеристикам, функциям управления, информационным характеристикам, конструктивному сходству. Классификация ТС наиболее удобна по информационным характеристикам. Все ТС разбиты на следующие классы:

0. Входные преобразователи, средства выделения информации (датчики), обеспечивающие преобразование входной информации в стандартные сигналы и коды.

1. Средства промежуточного преобразования информации, обеспечивающие взаимосвязь между устройствами с разными сигналами.

2. Выходные преобразователи, средства вывода информации и управления, преобразующие машинную информацию в различные формы, необходимые для управления ТП.

3. Средства передачи информации, обеспечивающие перемещение информации в пространстве.

4. Средства фиксации информации, обеспечивающие перемещение информации во времени.

5. Средства переработки информации.

6. Документационная техника, включающая средства создания и уничтожения документов.

7. Конторско-архивная техника.

8. Вспомогательное оборудование.

9. Материалы и инструмент.

Вспомогательные ТС (классы 6 – 9) обеспечивают выполнение второстепенных процессов управления: копирование, печать, обработку корреспонденции, создание условий нормальной работы управленческого персонала, поддержание ТС в исправном состоянии и их функционирования.

Создание типовых АСУ ТП в настоящее время невозможно из-за значительного расхождения организационных систем управления предприятием. Организационные системы управления необходимо привязывать к объекту, полнее учитывать его специфические особенности. Это позволяет обеспечить эффективное функционирование АСУ ТП. В этих условиях типизация организационных систем возможна на уровне отдельных задач, называемых типовыми проектными решениями.

## Требования к ТС АСУ ТП

ТС АСУ ТП должны соответствовать требованиям ГОСТов, которые направлены на обеспечение различной совместимости объекта автоматизации. Существуют следующие группы требований:

### 1. Информационные.

Обеспечивают информационную совместимость ТС между собой и с обслуживающим персоналом.

### 2. Организационные.

Структура управления ТП, технология управления, ТС должны соответствовать друг другу до и после внедрения АСУ ТП. Для этого необходимо:

- соответствие структуры КТС – структуре управления объектом;
- обеспечение автоматизированного выполнения основных функций, выделения информации, ее передачи, обработки, вывода данных;
- обеспечение возможности модификации КТС;
- возможность создания организационных систем контроля работы КТС;
- возможность создания систем контроля персонала.

### 3. Математические.

Сглаживание несоответствий работы ТС с информацией может быть выполнено с помощью программ перекодирования, перевода, пересоставления макетов. Это обуславливает следующие требования к математическому обеспечению:

- быстрое решение основных задач АСУ ТП;
- упрощение общения персонала с КТС;
- возможность информационной стыковки различных ТС.

### 4. Технические.

К основным техническим требованиям относятся:

- необходимая производительность для своевременного решения задач АСУ ТП;
- приспособленность к условиям внешней среды предприятия;
- надежность и ремонтпригодность;
- использование унифицированных, серийно выпускаемых блоков;
- простота эксплуатации и обслуживания.

К вспомогательным техническим требованиям относятся:

- техническая совместимость средств, основанная на общей элементной и конструктивной базе;
- требования эргономики, технической эстетики.

### 5. Экономические.

Существуют следующие экономические требования к ТС:

- минимальные капитальные вложения на создание КТС;
- минимальные производственные площади для размещения КТС;
- минимальные затраты на вспомогательное оборудование.

### Выбор ТС АСУ ТП

#### 1. Входные преобразователи (датчики).

Датчиками называются устройства преобразования параметров в сигнал, которые могут быть использованы в технических системах. Датчики применяются в комплекте со вторичными приборами, регуляторами, устройствами централизованного контроля, системами управления.

При выборе датчиков технологических параметров учитывается ряд факторов метрологического и режимного характера, наиболее существенные из которых следующие:

- допустимая для АСУ ТП погрешность, определяющая класс точности датчика;
- инерционность датчика, характеризуется его постоянной времени;
- пределы измерения с гарантируемой точностью;
- влияние физических параметров контролируемой и окружающей среды на работу датчика;
- разрушающее влияние на датчик различных сред, вследствие абразивных свойств, химического воздействия;
- наличие в месте установки датчика недопустимых для его функционирования полей и излучений;
- возможность применения датчика с точки зрения пожарной безопасности;
- расстояние, на которое может передаваться информация с датчика;
- предельные значения измеряемой величины.

Датчики выбирают в два этапа. На первом этапе задается разновидность датчика, на втором определяется его типоразмер.

#### 2. Промежуточные преобразователи.

Промежуточные преобразователи являются внутрисистемными, предназначены для преобразования сигнала одного вида в другой без изменения количества информации. Их используют для согласования входных и выходных сигналов КТС.

Предварительно входные преобразователи выбирают по следующим классификационным признакам:

- унификация входного сигнала;
- характер преобразуемой информации;
- вид носителей информации.

Затем по техническим характеристикам окончательно выбирают тип преобразователя. При этом учитывается необходимый класс точности, вероятность безотказной работы.

Аналогичным образом выбирают выходной преобразователь по классификационным признакам (характер преобразуемой информации, вид носителя информации) и по техническим характеристикам.

### 3. Средства вывода информации и управления.

Предназначены для вывода управляющей информации из вычислительных устройств оператору или на исполнительные механизмы. Преобразуют машинные сигналы и сигналы оператора в форму, которая воспринимается человеком и исполнительными механизмами.

Для лучшего восприятия оператором информация выводится в виде сигнализации, контроля, регистрации, диалога. Форма представления определяется технологией работы оператора с выводимой информацией, ее важностью, значением.

Средства вывода информации выбирают по классификационным признакам (функция средств вывода, форма представления информации) и по техническим характеристикам, с учетом конструктивных и технических особенностей.

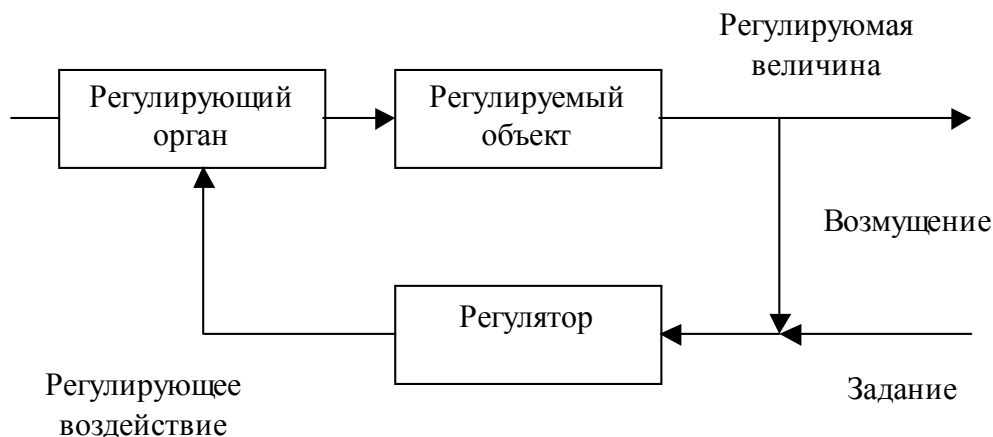
### 4. Вторичные приборы (ВП).

Служат для преобразования контролируемых параметров и представления их оператору. Кроме этого ВП могут содержать устройства, позволяющие вводить информацию в другие элементы ТС АСУ ТП, осуществлять управление технологическими объектами. Ряд ВП используются в качестве средств вывода информации из ЭВМ.

Приборы для вывода количественной информации о ТП – это измерительные приборы. Приборы для вывода качественной информации о ТП – это средства отображения состояния объекта или вспомогательной информации о нем. Для представления информации о состоянии объектов в АСУ ТП находят применение различные индикаторы.

### 5. Автоматические регуляторы и исполнительные устройства.

Автоматический регулятор выполняет задание, определяемое задающим элементом. На основании сигналов задающего и чувствительного элементов регулятор через исполнительный механизм и регулирующий орган действует на регулируемый объект.



### Структурная схема автоматического регулирования

Работа регулятора определяется законом регулирования, т.е. зависимостью между отклонением регулируемой величины от заданной (входная величина) и перемещением регулирующего органа (выходная величина).

Выбор автоматических регуляторов осуществляется в следующем порядке:

- оценка возможности выбора регулятора по расстоянию, на которое передается регулирующее воздействие;
- по пожаробезопасности, наличию вибраций и полей, по разрушающему влиянию среды;
- оценка инерционности регулятора.

Устройства, предназначенные для перемещения регулирующих органов в системах дистанционного и автоматического управления, называют исполнительными. Выбор исполнительных устройств основан на соблюдении следующих требований:

- соответствие принципа действия и конструкции ИУ задаче автоматизации;
- соответствие категории производственного помещения;
- соответствие свойствам и значениям регулирующей среды;
- обеспечение требуемой надежности работы и технического ресурса;
- безотказная работа в предполагаемом месте установки;
- обеспечение необходимой скорости регулирования;
- линейность ходовой характеристики.

#### 6. Средства передачи информации.

Осуществляют перемещение информации в пространстве, предназначены для обмена информацией между распределенным производственным персоналом, а также между ТС по сетям связи различного назначения.

Включают три основные группы ТС:

1. средства связи и сигнализации;

Предназначены для:

- обмена речевой и документальной информацией между персоналом АСУ ТП, смежными и вышестоящими подразделениями;
- централизованного визуального контроля хода ТП;
- автоматизации процессов контроля за состоянием внешней среды;
- выдачи персоналу информации о текущем времени и других сигналов.

2. средства передачи данных (каналы связи);

Осуществляют передачу данных с гарантированным уровнем достоверности по каналам связи различного вида.

Совместимость обеспечивается реализацией требований к параметрам электрических сигналов, алгоритмам взаимодействия с оконечными устройствами и каналами связи.

3. средства перемещения данных.

Включает устройства перемещения в пространстве документов и носителей информации (транспортёры, подъёмники, пневмопочта).

При выборе ТС передачи информации соблюдается следующее:

- предпочтение отдается средствам, способным совмещать оконечные устройства и линии связи, а также многофункциональным установкам;
- при выборе типа аппаратуры оперативной телефонной связи следует учитывать, что емкость установки должна превышать требуемую на 20 % для резерва развития системы;
- при выборе аппаратуры громкоговорящей связи необходимо обращать внимание на мощность громкоговорителей, их расстановку в производственных помещениях и открытых пространствах.

7. Средства фиксации информации.

Под фиксацией информации понимается процесс запоминания сведений на определенный срок с обязательной возможностью их считывания. К устройствам фиксации информации относятся запоминающие устройства, счетчики, счетные реле, электрические часы, автоматизированные картотеки, информационные справочные машины.

Выбор средств фиксации информации осуществляется в следующей последовательности:

- по характеру фиксируемой информации;
- по количеству запоминаемой информации, скорости ее поступления;
- методике использования информации.

8. Устройства обработки технологической информации.

Предназначены для приема, редактирования, переработки информации и выдачи результатов пользователю в удобной для него форме. Устройства обработки данных разделяются на следующие группы:

- клавишные вычислительные машины, используемые для выполнения простых расчетов, контроля работы оборудования, подготовки оперативных решений;
- счетно-перфорационные вычислительные машины, предназначенные для выполнения расчетов, включающих простые арифметические действия и не требующих высокого быстродействия;
- ЭВМ, используемые для выполнения вычислений над дискретной информацией, для работы в диалоговом режиме, режиме разделения времени, в режиме реального времени;
- аналоговые вычислительные машины, применяемые для выполнения вычислений над аналоговой информацией;
- гибридные вычислительные машины, используемые для вычислений над аналоговой и дискретной информацией.

Последние три класса устройств обработки технологической информации содержат устройства связи с автоматизируемым объектом.

Для выбора моделей и числа ЭВМ используют следующие данные:

- характеристики решаемых задач (объемы входных и выходных данных, коэффициенты сложности обработки данных);
- требования ко времени решения и надежности работы ЭВМ;
- перечень серийно выпускаемых моделей ЭВМ;
- технические и эксплуатационные характеристики ЭВМ.

#### 9. Вспомогательное оборудование.

Включает средства организационной техники, которые выбирают на основе организационных проектов. Существуют следующие группы средств оргтехники:

- средства составления текстовой документации;
- средства размножения и копирования документов;
- средства обработки документов;
- средства хранения, поиска и транспортировки документов;
- средства для чертежных работ и счетных операций;
- средства сигнализации;
- мебель и оборудование для служебных помещений.

Средства оргтехники для конкретных АСУ ТП выбираются с учетом требований системы и технических характеристик применяемых средств.

### Системные комплексы ТС АСУ ТП

ТС выпускают в виде отдельных устройств, реализующих один вид работ с информацией, или в виде комплексов, осуществляющих ряд функций, несколько видов работ с информацией. Блочно-модульные изделия комплексов позволяют строить разные системы автоматизации ТП методом агрегирования.

ТС агрегатных комплексов выбирают в несколько этапов:

- выбор типа комплекса и его модификации в зависимости от статических и динамических характеристик объекта и задач автоматизации;
- выбор приборов, входящих в комплекс, в зависимости от характера переработки информации и назначения модулей;
- выбор типоразмера аппаратуры в соответствии с технологическими параметрами.

При выборе аппаратуры необходимо учитывать внешнюю среду, источники питания, требования к надежности.

#### 1. Аппаратура для локальных систем управления (ЛСУ).

ЛСУ технологическим оборудованием и процессами предназначены для управления отдельными, не связанными между собой объектами. Эти системы образуют нижний уровень управления, являются одноконтурными и однофакторными, имеют частичную степень автоматизации.

ЛСУ выполняют следующие функции: автоматический контроль, учет, защиту, блокировку, логическое управление.

#### 1) КТС локальных информационных и управляющих систем (ЛИУС).

Применение КТС ЛИУС позволяет автоматизировать системы управления, не требующие использования УВМ. В более мощных системах средства КТС ЛИУС используют как периферийные устройства и ЛСУ, обменивающиеся информацией с центральной УВМ.

КТС ЛИУС выполняет следующие операции:

- опрос датчиков и восприятие параметров;
- оперативный контроль отклонений;
- оперативный контроль параметров по вызову;
- регистрацию текущих значений параметров;
- управление ТП по различным законам;
- управление устройствами защиты и блокировки;
- получение отчетной информации;
- первичная обработка информации;
- связь с УВМ.



В составе КТС ЛИУС предусмотрены ТС для преобразования сигналов (5 видов), ввода и коммутации (10 видов), обработки, хранения и обмена информации (12 видов), вывода информации (12 видов) и ее использования, воздействия на исполнительные механизмы (3 вида).

## 2) Комплекс агрегатных средств контроля и регулирования (АСКР).

Средства комплекса позволяют создать простые и надежные автономные системы управления на малое число параметров для автоматизации отдельных агрегатов и процессов. Такие системы дают возможность реализовать следующие функции:

- непрерывное изменение значений параметров с помощью регистрирующих приборов;
- циклический сбор, измерение и кодирование информации;
- сигнализация отклонений параметров через фиксированные интервалы времени;
- косвенные измерения.
- выдача информации для дальнейшей обработки средствами вычислительной техники.

## 2. Аппаратура для централизованных систем управления.

Централизованные системы осуществляют контроль, взаимосвязанное автоматическое управление, регулирование сложными многофакторными объектами. Такие системы являются многоконтурными, для их проектирования требуется расчет и координация установок регуляторов. Для оперативного управления производством организуются диспетчерские пункты, оснащенные автоматизированными ТС.

## 3. Аппаратура для комплексных систем управления.

Кроме функций, выполняемых локальными и централизованными системами, комплексные системы предусматривают оптимальное управление, адаптивное управление, расчет ТЭП, оперативное планирование и учет, решение информационных задач для специалистов.

## СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ ПЕРСОНАЛА В АСУ ТП

Внедрение и эксплуатация АСУ ТП требует организации в рамках структуры предприятия производственного подразделения, осуществляющего ремонт и эксплуатацию системы во взаимодействии со службами предприятия. Подразделение АСУ ТП должно быть реализовано в виде специальной службы и формироваться поэтапно в зависимости от числа систем, сложности их функциональной структуры, стадий создания и объемов внедрения.

Производственный персонал АСУ ТП включает персонал управления (сменный технолог), персонал по ремонту и эксплуатации системы, к которой относят следующие группы КТС:

- аппаратура объекта (датчики, преобразователи, вторичные приборы);
- управляющий вычислительный комплекс (УВК);
- средства оргтехники и связи.

Количественный состав персонала управления руководство предприятия устанавливает на основе объема и сложности работ, а штаты ремонтного и эксплуатационного персонала – на основе количества и надежности обслуживаемых КТС. Вновь создаваемой штатной единицей является сменный технолог, который осуществляет оперативное управление ТП.

Штаты обслуживающего и эксплуатационного персонала УВК:

- начальник УВК (1);
- дежурный инженер-электронщик (3);
- дежурный техник-электромеханик (3);
- оператор УВК (3);
- инженер-математик (1);
- техник-электромеханик (1);
- техник-электрик (1);
- монтажник радиоаппаратуры (1).

Итого 14 человек.

Выбор штата для обслуживания аппаратуры диспетчерской связи основан на нормах обслуживания оборудования связи. Общая численность персонала для обслуживания и эксплуатации всей АСУ ТП:

- сменный персонал управления (3);
- группа обслуживания и эксплуатации УВК (14);
- электромеханик по связи (1);
- электрослесаря (7).

Итого 25 человек.

### ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СЛУЖБА В АСУ ТП

Диспетчерская служба находится на стыке управления ТП и управления производством. Операторские и диспетчерские пункты АСУ обеспечивают экономичное объединение способностей оперативного персонала и возможностей современных ТС.

В организационных структурах оперативного управления предприятием получили распространение следующие виды пунктов оперативного управления:

1. Местные посты управления.

Управляют отдельными механизмами и агрегатами, обслуживаются мастерами, бригадами, аппаратчиками или обходчиками.

2. Операторские пункты.

Являются нижней ступенью системы сбора, передачи технологической информации и управления объектом. Организуются на участках, отделениях, цехах. Решают задачи поддержания заданного технологического режима, оптимизации ТП, обеспечения ритмичности работы оборудования, устранение отклонений производственного процесса, предупреждение и ликвидация аварийных состояний. Информация на операторские пункты поступает от датчиков или от местных постов управления и воспроизводится в полном объеме. На операторский пункт поступает также плановая, нормативная, директивная информации из вышестоящих уровней управления.

Операторы выполняют следующие функции:

- управление ТП и оборудованием на участке;
- поддержание заданного технологического режима;
- обеспечение выполнения сменного задания;
- обеспечение ритмичной работы оборудования;
- устранение отклонений процесса, предупреждение аварий;
- контроль наличия запасов сырья и материалов;
- выполнение распоряжений вышестоящего диспетчера;
- контроль за работой обходчиков.

3. Диспетчерские пункты (ДП).

Осуществляют сбор производственно-статистической информации, необходимой для определения ТЭП процесса, возможности его оптимизации в зависимости от качества сырья, запасов, ресурсов. Решают задачи оперативного контроля, учета, технико-экономического анализа, управления в масштабе участков, цеха. Основная задача управления на этой ступени – распределение и координация материальных и энергетических потоков для получения максимальной эффективности производства.

Функции сменных диспетчеров цеха:

- обеспечение выполнения сменных заданий;
- оперативное управление ТП в соответствии с заданиями и с использованием имеющихся ТС;
- координация работы участков цеха;

- дистанционное управление поточно-транспортными системами;
- контроль за работой оперативного персонала.

#### 4. Центральные диспетчерские пункты (ЦДП).

Предназначен для решения следующих задач:

- обеспечение выполнения оперативных планов;
- контроль и управление ходом выполнения сменных и суточных плановых заданий цехами и предприятием;
- сбор, предварительная обработка информации о состоянии ТП, фиксация отклонений от плановых показателей;
- координация работы цехов и служб предприятия;
- формирование отчетной информации о ходе выполнения плановых заданий, состоянии ТП, оборудования, запасов.

Решение указанных задач обеспечивается выполнением следующих функций:

- сбор, передача, прием информации, ее первичная обработка, приведение к виду, удобному для оперативного контроля и учета;
- контроль работы оборудования, выполнения сменных и суточных планов цехов;
- устранение аварийных ситуаций;
- контроль за временем и причинами простоев оборудования;
- учет материалов, топлива, расхода энергии;
- координация производственной деятельности цехов, служб предприятия;
- контроль выполнения указаний руководства предприятия.

#### Диспетчерская служба в АСУ ТП

##### 1. Задачи оперативного учета.

- выработка продукции за час, смену, сутки;
- отгрузка продукции по видам за периоды;
- остатки выработанной продукции;
- количество нарушений технологических режимов;
- время простоев оборудования по причинам за периоды;
- время работы оборудования за периоды;
- количество остановов оборудования между ремонтами;
- потребление сырья, материалов, ресурсов за периоды.

##### 2. Задачи оперативного анализа.

- анализ выполнения плана, обнаружение помех;
- оценка предаварийных ситуаций, выявление тенденций;
- определение изменения ритмичности выпуска продукции;

- анализ состояния оборудования и причин простоев;
- выявление узких мест и резервов;
- анализ тенденций изменения ТЭП;
- анализ тенденций изменения запасов, транспортных средств;
- определение наличия энергоресурсов;
- контроль выработки, отгрузки, остатков готовой продукции;
- анализ выполнения плана выпуска продукции с учетом отклонений;
- анализ технологических параметров, качества продукции;
- оценка отклонений параметров продукции от требуемых;
- анализ фактических значений технологических параметров;
- анализ отклонений технологических параметров;
- анализ работы и видов простоя оборудования;
- выявление отклонений от норм потребления сырья, энергоресурсов;
- анализ качества сырья, ресурсов;
- определение запасов сырья, транспортных средств;
- анализ ТЭП за периоды;
- выявление отклонений ТЭП от нормативов.

### 3. Задачи оперативного планирования.

- выработка продукции за периоды;
- элементы производства (сырье, ресурсы, оборудование, транспортные средства) за периоды;

- выработка продукции и расхода элементов производства.

### 4. Задачи оперативного прогнозирования.

- выработка продукции за период;
- предвидение аварийных ситуаций;
- расчет ТЭП.

### 5. Задачи оперативного управления.

- координация нагрузок исполнителей, оборудования, транспорта.
- предотвращение аварийных ситуаций;
- корректировка графиков ремонта оборудования;
- изменение режимов работы оборудования.

Работа диспетчера требует высокой скорости принятия оптимальных решений. Для обеспечения этого необходимо заранее подготовить набор основных ситуаций и наилучших решений для каждой ситуации. Для производства целесообразно разработать ТП работы каждого диспетчера. Вначале определяются основные функции и задачи, которые должен

выполнять диспетчер, составляется укрупненная технология работы диспетчера. Затем на основе укрупненной технологии разрабатываются подробные технологические карты управления.

Структура диспетчерского управления определяется организационной структурой предприятия, допустимой степенью централизации управления для данного производства. При централизованной системе управления в цехах организуется ряд операторских пунктов, позволяющих управлять в соответствии с указаниями руководства предприятия. При этом диспетчер выполняет простые организационно-административные функции, пользуясь для связи с объектами телефонной связью.

### Операторы в АСУ ТП

Операторы в АСУ ТП осуществляют управление технологическими объектами. Операторы могут работать в контуре или вне контура управления. В контуре управления оператор выполняет функции управления, используя рекомендации по рациональному управлению, выработанные ТС. Вне контура управления оператор задает системе режимы работы, контролирует работу системы и при необходимости (авария, отказ) принимает на себя управление технологическим объектом.

Работа оператора в АСУ ТП характеризуется наличием сложной техники, большими потоками информации, ограниченным временем для принятия решений. Сложность работы оператора в АСУ ТП определяется необходимостью изучения технологии управляемого процесса, большим числом контрольно-измерительных приборов и органов управления, размещенных на пульте управления, значительной психологической нагрузкой.

При управлении технологическими объектами оператор обеспечивает:

- закрепление технических знаний по участку (оборудование, режимы), связи с другими участками, расположение приборов контроля, управления, защиты, сигнализации;
- слежение за ходом ТП;
- оценка качества работы автоматики, стабилизации параметров, характер внешних возмущений;
- дистанционное управление в различных ситуациях, регулирование параметров в условиях решения поточных задач, минимизация числа приборов;
- проведение действий по включению и отключению вспомогательного оборудования;
- формирование сообщений оперативному персоналу;
- диагностирование неисправностей и их устранение;
- быстрое считывание показаний приборов.

Можно выделить следующие типы операторской деятельности в АСУ ТП:

1. Оператор-технолог;

2. Оператор-наблюдатель;
3. Оператор-исследователь;
4. Оператор-руководитель.

Оператор решает поставленные задачи следующим образом:

1. Ознакомление с обстановкой.

Оператор выбирает те входные сигналы, которые соответствуют заданным ему критериям.

2. Принятие решения.

Оператор определяет воздействия в отношении регулируемых параметров.

3. Выдача команды.

Оператор координирует свои действия относительно объекта с другими операторами.

Рабочее место оператора:

1. Пульт управления;
2. средства отображения информации;
3. Орган управления;
4. Кресло оператора.

Взаимное расположение элементов рабочего места оператора имеет важное значение для успешного функционирования АСУ ТП, к которому предъявляется также ряд требований.