

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

## **ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИЮ**

**сборник учебно-методических материалов**

для направления подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и  
производств

Благовещенск, 2017

Печатается по решению  
Редакционно-издательского совета  
Энергетического факультета  
Амурского государственного университета

*Составитель: Русинов В.Л.*

Введение в профессию: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017. – 80 с.

©Амурский государственный университет, 2017

©Кафедра автоматизации производственных  
процессов и электротехники, 2017

©Русинов В.Л, составитель

## Содержание

Введение		
1.	Краткое содержание теоретического материала	5
2.	Методические рекомендации к практическим занятиям	36
3.	Методические рекомендации для самостоятельной работы	77
4.	Библиографический список	80

## ВВЕДЕНИЕ

*Целью освоения дисциплины «Введение в профессию»* является ознакомление студентов по автоматизации производственных процессов, общими представлениями о месте автоматизации в различных отраслях производства, с организационной структурой Университета, правилах учебного процесса, подразделениях, кадрах, традициях.

*Задачами изучения дисциплины* являются:

- краткое рассмотрение становления и развития автоматизации как специальной технической дисциплины;
- раскрытие содержания основных направлений развития современной автоматизации;
- научить студентов проводить различия между этими направлениями и чётко представлять себе границы между ними;
- научить студентов определять уровень автоматизации производства или технологического процесса;
- рассмотреть способы проектирования автоматизированных производств и технологических процессов;
- подготовить студентов к восприятию новых отраслей технического (инженерного) знания;
- сформировать у студентов первоначальные навыки в работе с информационными источниками и программным обеспечением в области автоматизации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

*Знать:*

- историю развития автоматизации;
- классификацию и уровень автоматизации, основное оборудование и аппараты, принципы функционирования, распространённых производств;
- методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления;
- структурные схемы построения, режимы работы, графические и простейшие математические модели производств как объектов управления, цели управления.

*Уметь:*

- классифицировать производства и технологические процессы по уровню автоматизации;
- определять уровень автоматизации технологических процессов;
- выполнять простейший анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления.

*Владеть:*

- навыками составления структурных и функциональных схем автоматизации несложных производств и технологических процессов;
- навыками предварительного выбора оборудования и средств автоматизации для реализации простейших автоматизированных производств и технологических процессов.

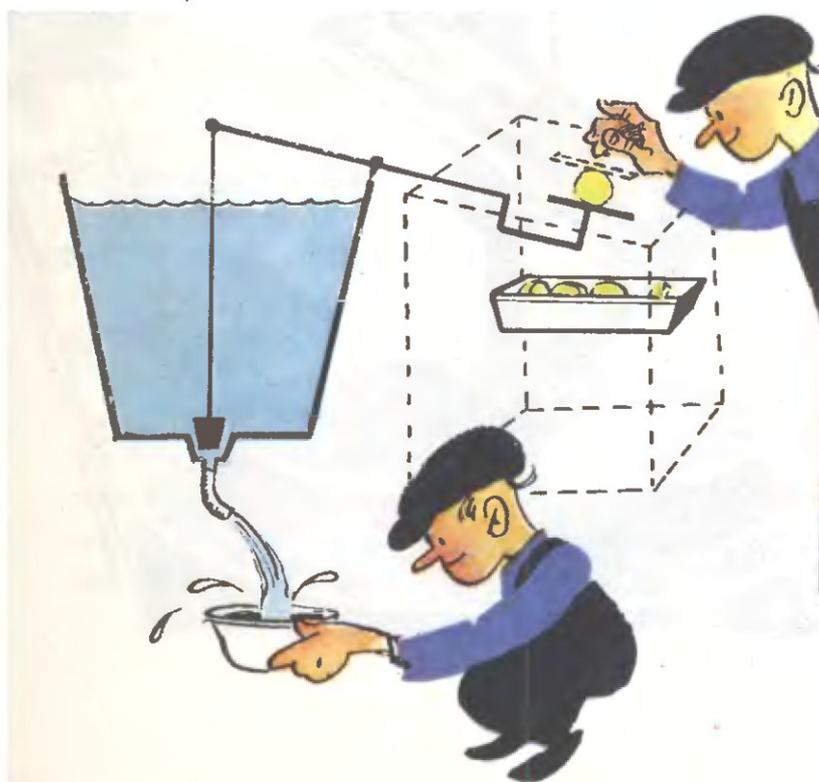
## 1. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

### История автоматизации

Слово «автоматика» заимствовано из древнегреческого языка, где оно означало самодействие. Сейчас под автоматикой понимается область науки и техники, связанная с созданием машин, работающих без непосредственного участия человека

Предыстория автоматике уходит в глубокую древность. Первые самодействующие устройства были построены в Египте во II веке до нашей эры, о чем свидетельствует в своей книге «Пневматика» Герон Старший, живший в Александрии в I веке. Автоматы применялись в Александрийском храме, где с их помощью жрецы творили «божественные» чудеса. Например, были созданы простейшие автоматы, которые отпускали «святую» воду при опускании монеты;

**Рис. 1. Автомат для продажи святой воды**



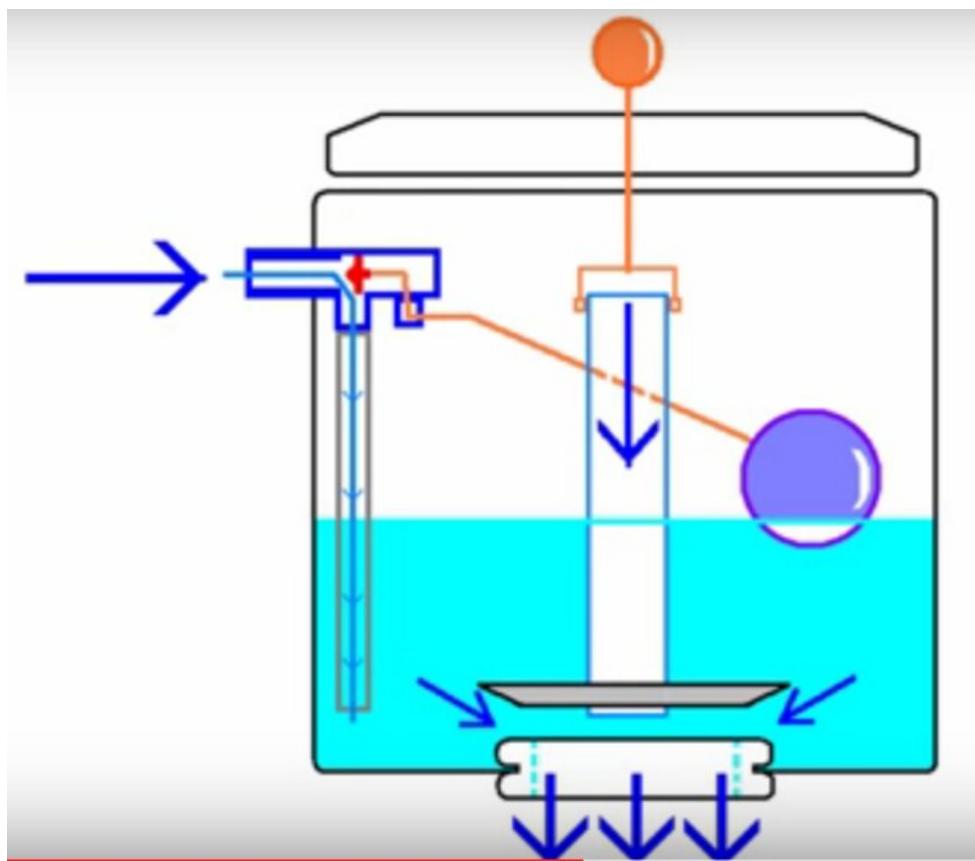
Рассмотрим устройство одного из таких автоматов, который предназначался для продажи «святой воды» (рис. 1). Как видно из рисунка в щель крышки ящика для сбора пожертвований опускалась монета, которая, попадая на площадку коромысла, наклоняла его, а затем соскальзывала в лоток. При наклоне коромысла поднимался связанный с ним стержень, клапан открывался, и вода из сосуда вытекала по трубке наружу. После того как монета упала на дно лотка, стержень занимал свое первоначальное положение и подача воды прекращалась. Автомат был рассчитан на монету, весившую около 18 г. До наших дней дошли автоматы **Автоматика сливного бачка**

Запорная арматура сливного бачка унитаза, обеспечивает наполнение емкости и слив воды в нужный момент.

Органы управления в зависимости от конструкции представляют собой ручку, кнопку или клавиши, отвечающие за полное или частичное опустошение емкости.

Исходное состояние – бачок полон, впускной и выпускной клапана перекрыты, вода не поступает внутрь и не покидает объем канистры.

При взаимодействии с органами управления происходит отпирание сливного сифона и вода, в полном объеме и под значительным напором покидает пределы бачка. Выпускной клапан закрывается.



В момент полного опустошения автоматически разблокируется впускной клапан, начинается этап наполнения емкости водой.

По достижении объема, предусмотренного конструкцией бачка, запорная арматура перекрывает поток воды. Клапана закрыты, бачок полон и готов к работе.

Первые сложные автоматы

К первым довольно сложным автоматам можно отнести механические часы. Возникновение часового производства оказало большое влияние на развитие различных самодействующих механизмов. Широко известный русский механик-изобретатель И. П. Кулибин был также часовых дел мастер. Он изготовил больш

История сохранила свидетельство о стремлении людей строить такие механизмы, которые не только внешне, но и по своим действиям были бы похожими на человека или на какое-нибудь животное. Осуществление этой идеи на практике приводило ученых и изобретателей к созданию различных механизмов, которые имели с человеком или животным только внешнее сходство.

в тюрьму. Эти первые автоматы чаще всего представляли собой механические игрушки и были непригодны для практического использования. В дальнейшем механические игрушки, или как их еще называют, андройды, в честь швейцарских часовщиков Пьера-Жака Дро и его сына Анри, строились различными изобретателями.

Андройды приводились в движение часовым механизмом. Например, фран

Куклы отца и сына Дро могли писать, рисовать, играть на музыкальных инструментах и производить другие действия. Писец представлял собой куклу

Все эти автоматы работали по разомкнутому принципу, как автомат для продажи «святой воды». Этот принцип подробнее будет рассмотрен в следующей главе.

Начало создания современных автоматических систем

Началом создания современных автоматических систем принято считать изобретение автоматических регуляторов уровня воды в котле и угловой скорости вращения вала паровой машины. Паровая машина и автоматический регулятор угловой скорости образуют замкнутую динамическую систему. В ней вращение маховика паровой машины передается регулятору угловой скорости, который с помощью гидравлического привода, управляет положением заслонки, регулирующей подачу пара к паровой машине. Регулятор уровня воды и котел

#### Автоматический регулятор уровня воды в котле

В 1765 году И. И. Ползунов впервые в мире построил автоматический регулятор уровня воды в котле для созданной им паровой двухцилиндровой машины. Принцип работы регулятора уровня можно пояснить с помощью рис. 5. Вода по трубе 9 через открытую задвижку 7 подается в бак 6, откуда по трубе 1 она поступает через клапан 2 в котел. При увеличении уровня воды шар 5, поднимаясь по направляющей 4, тянет за собой цепь 3, соединенную с клапаном 2. В результате доступ воды в котел прекращается. С уменьшением уровня воды шар опускается, клапан 2 открывается, и вода снова поступает в котел. Пар из котла по трубе 8 подается в паровую машину. Такие автоматические регуляторы долгое время работали на отечественных и зарубежных паровых машинах.

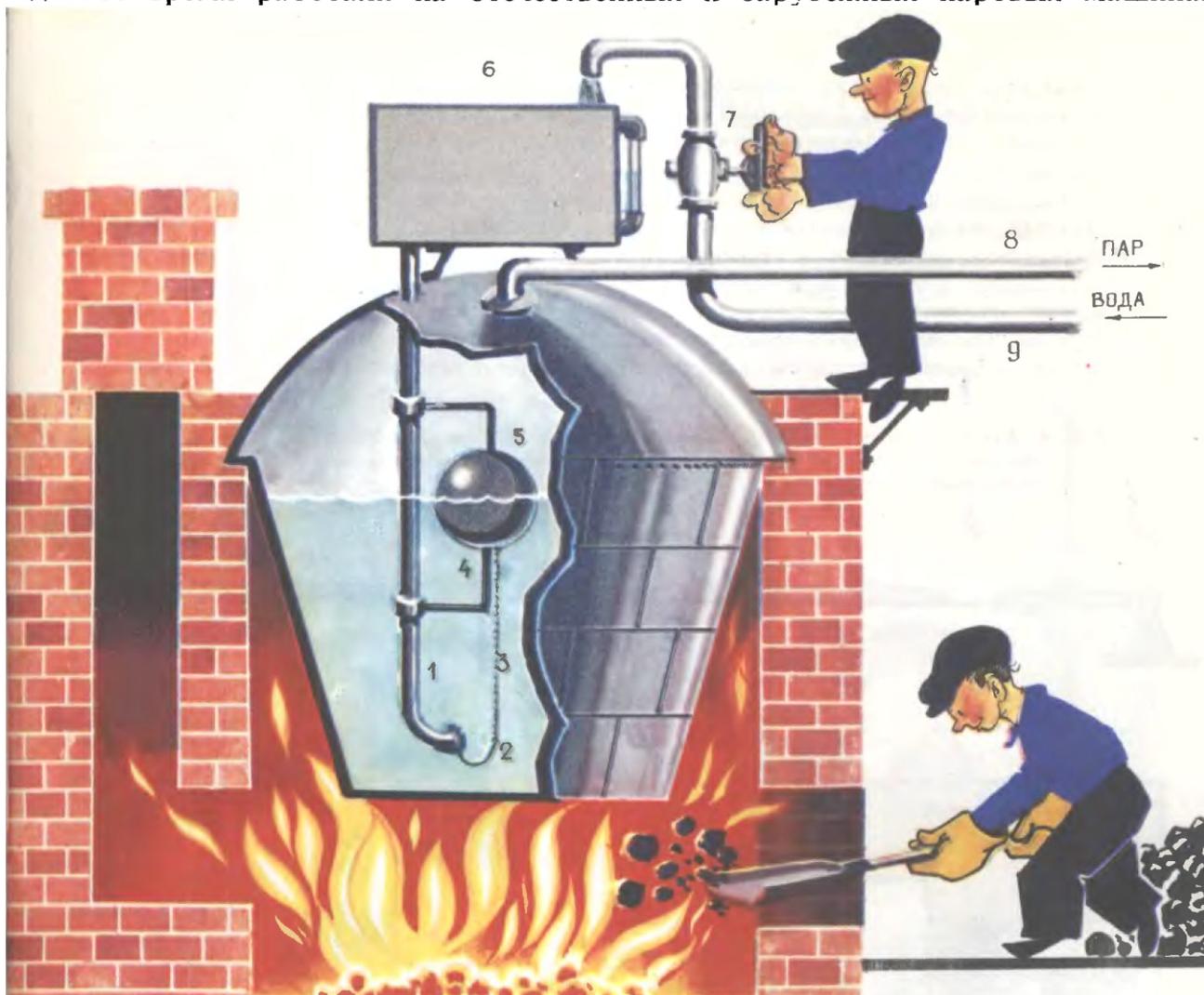
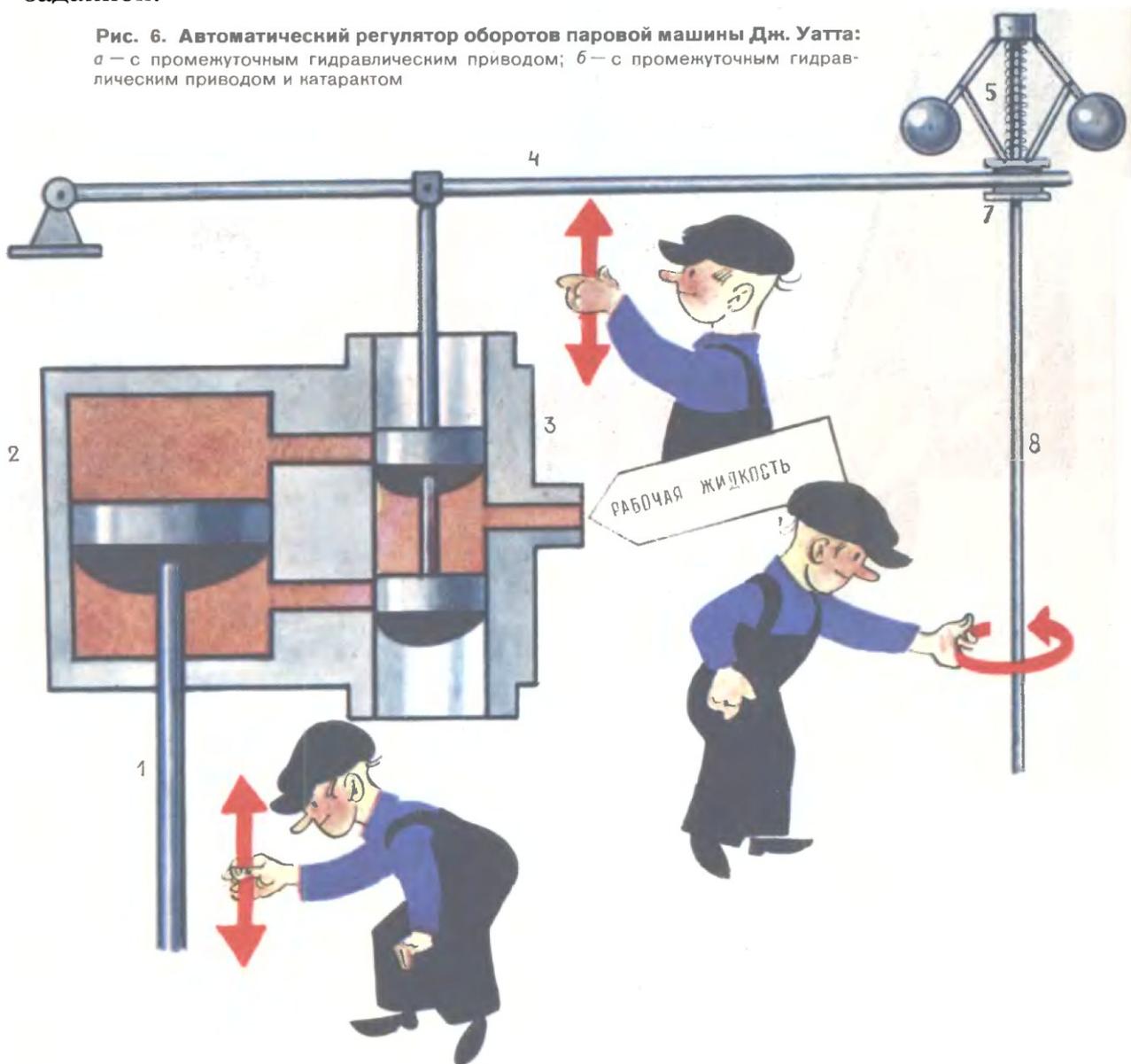


Рис. 5. Автоматический регулятор уровня воды в котле И. И. Ползунова

## Регулятор скорости вращения вала паровой машины

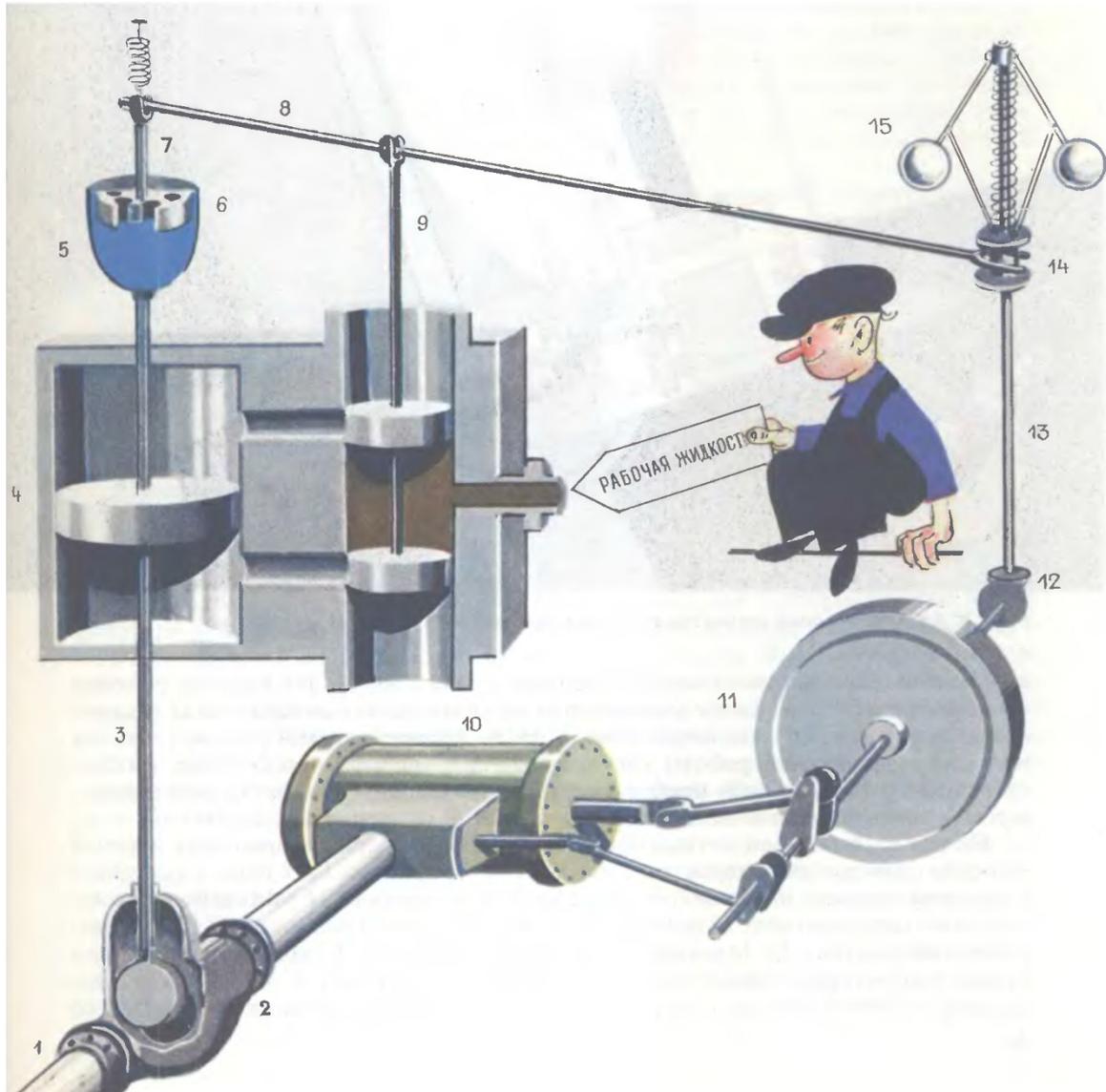
На рис. 6, *а* показан регулятор скорости вращения вала паровой машины Дж. Уатта с промежуточным гидравлическим приводом в том виде, в котором он применялся в России. От маховика паровой машины через вал 8 приводится во вращение центробежный маятник 5. При увеличении угловой скорости вращения маховика выше заданной грузы 6 маятника под действием центробежных сил расходятся, перемещая муфту 7 вверх. Последняя поднимает рычаг 4 вместе со штоком золотникового клапана 3. Рабочая жидкость в этом случае начнет поступать через верхнее отверстие в силовой цилиндр 2. Поршень цилиндра передвинется вниз, и шток 1 прикроет заслонку подачи пара. Количество пара, поступающего в паровую машину, уменьшится, угловая скорость вращения маховика начнет падать до тех пор, пока не станет равной заданной. С уменьшением скорости вращения маховика паровой машины грузы маятника сближаются, а муфта 7 перемещается вниз. Золотник клапана опускается. В результате жидкость поступает в нижнюю полость силового цилиндра. Поршень, перемещаясь вверх, потянет шток 1, который откроет заслонку подачи пара. Угловая скорость маховика паровой машины начнет возрастать до тех пор, пока не станет равной заданной.

Рис. 6. Автоматический регулятор оборотов паровой машины Дж. Уатта: *а* — с промежуточным гидравлическим приводом; *б* — с промежуточным гидравлическим приводом и натараком



В конце XVIII и в начале XIX веков конструкторы регуляторов паровых машин столкнулись с большими трудностями. Увеличение быстроходности паровых машин и повышение требований к точности поддержания скорости вращения маховика заставляло конструкторов автоматических регуляторов уменьшать массы грузов регуляторов и снижать трение муфты и золотника, что повышало коэффициент усиления. В результате этого нарушалась устойчивость работы паровой машины.

Происходило, на первый взгляд, странное явление. Автоматический регулятор, созданный для стабилизации скорости вращения паровой машины, сам стал являться источником появления незатухающих колебаний угловой скорости вращения маховика. За решение этой проблемы взялся великий русский ученый И. А. Вышнеградский. Ему удалось составить уравнения динамики замкнутой



автоматической системы (паровая машина — регулятор). Из анализа решения уравнений им были найдены условия, при которых данная динамическая система является устойчивой, или неустойчивой. И. А. Вышнеградский показал, что для получения устойчивой работы системы паровая машина — регулятор, необходимо ввести специальный прибор (катаракт). С вводом катаракта повышалась степень демпфирования колебаний замкнутой автоматической системы.

На рис. 6, б показан автоматический регулятор скорости вращения паровой машины с масляным катарактом. Пар через трубопровод 1 и клапан 2 поступает к паровой машине 10, приводящей во вращение маховик 11. Маховик через коническую пару шестерен 12 приводит во вращение вал 13 и связанный с ним центробежный маятник 15. Маятник через муфту 14 и рычаг 8 управляет движением штока 9 золотника гидравлического привода, а через тягу 7 — поршнем 6 катаракта 5. Тяга 7 связана с пружиной катаракта. Корпус катаракта соединен со штоком 3 силового поршня 4. При уменьшении угловой скорости вращения маховика 11 грузы центробежного маятника начнут сходиться, и муфта 14 опустится вниз, тогда шток 9 переместится вниз, и рабочая жидкость поступит в нижнюю полость силового цилиндра. Поршень 4 начнет перемещаться вверх, открывая клапан 2 и увеличивая поступление пара в первую машину. Одновременно с этим корпус катаракта начнет перемещаться вверх. Его движение через заполняющее катаракт масло передается на поршень 6, который будет поднимать шток 9.

Основная особенность этого регулятора (по сравнению с регулятором, изображенным на рис. 6, а) заключается в том, что действие катаракта увеличивается с возрастанием скорости движения штока поршня силового цилиндра. Из рис. 6, б видно, что результирующее перемещение штока 9 меньше, так как оно представляет собой разность от перемещения муфты 14 и поршня катаракта 6. При неподвижном поршне пружина катаракта приводит его в исходное состояние, и действие катаракта прекращается. Таким образом, катаракт демпфирует колебания штока 3 поршня 4, уменьшая их действие на золотник гидравлического привода.

## Кибернетика

Важнейшим историческим этапом в развитии автоматики следует считать период формирования в 60-х годах нашего столетия новой науки — кибернетики\*. Возникновение кибернетики было подготовлено всем предшествующим развитием науки и техники. Однако заслуга обоснования кибернетики как самостоятельной науки принадлежит крупному американскому математику Н. Винеру. В 1948 году вышла в свет его книга «Кибернетика, или управление и связь, в животном и машине», в которой изложены основные положения новой науки.

Наиболее полное определение этой науки было дано академиком А. И. Бергом: «Кибернетика изучает процессы, происходящие в живой природе, в человеческом обществе и в промышленности и в соответствии с выработанными целями и задачами обеспечивает управление этими процессами в оптимальном варианте». Таким образом, кибернетика рассматривает общие закономерности в математической форме, которые заложены в основе управления процессами, имеющими самую различную природу. В промышленности эти процессы охватывают отдельные технологические режимы обработки деталей резанием, химической переработки нефти, обогащения руды, плавления металлов и т. п., в живой природе — процессы миграции рыб, перелеты птиц, кровообращения, мышления; в человеческом обществе — управление отраслями народного хозяйства и т. п.

Сейчас кибернетика применительно к техническим устройствам получила наименование технической кибернетики, а применительно к изучению процессов управления в живых организмах — бионики. Как техническая кибернетика, так и бионика занимаются изучением специфики характера и принципов осуществления процессов сбора, передачи и переработки информации для организации управления в технике и живой природе.

#### **Организация учебного процесса студента ВУЗа. Логические схемы баз знаний. Модель компетенций в области промышленной автоматизации.**

Модель компетенций в области промышленной автоматизации

<http://ua.automation.com/content/model-kompetencij-v-oblasti-promyshlennoj-avtomatizacii>

Раджабахадур В. Аркот (Rajabhadur V. Arcot) для InTech

Глобальная экономическая эволюция, движимая индустриализацией, привела к созданию центров потребления, ориентированных на удовлетворение спроса, а также, промышленных отраслевых кластеров. В то время как технологические изобретения стимулировали развитие промышленной отрасли, глобальная экономическая экспансия привела к возникновению бесчисленного ряда промышленных продуктов и товаров, направленных на удовлетворение базовых и не только, нужд и потребностей. Непрерывное развитие технологий в течение последних двух столетий очень сильно повлияло на нашу жизнь и изменило парадигму промышленности.

Изначальной задачей промышленных компаний было определение возникающих потребностей и использование имеющихся знаний и технологий для создания и продвижения новых продуктов. По мере развития экономики и рынков, конкуренция возрастала, и промышленные компании начали повышать свою конкурентоспособность дифференциацией и стремлением улучшать качество и производительность, а также, добавлять функциональность для удовлетворения заказчиков. Так созрели условия для улучшения производительности и уменьшения затрат благодаря использованию средств автоматизации.

#### **Информационные технологии**

Со своей стороны, поставщики средств автоматизации начали предлагать решения, отвечающие новым потребностям промышленности в точности, повторяемости, надежности и других показателях производственных процессов. Во многих случаях уже именно поставщики средств автоматизации «играли первую скрипку» в продвижении технологических инноваций. Появление компьютеров способствовало соединению технологий автоматизации с информационными технологиями. Быстрое развитие ИТ позволило обогатить системы автоматизации возможностями в областях обработки информации и коммуникаций. Микропроцессоры становились все надежнее, мощнее и дешевле, специализированное ПО вышло на первый план, и, на определенном этапе, ИТ стали основой систем автоматизации производства: РСУ в процессном производстве, ПЛК в дискретном производстве, SCADA в нефтегазовой и электрораспределительных отраслях и т.д. ИТ стали вездесущими, что, в свою очередь, стало дополнительным стимулом для дальнейшего ускорения развития аппаратного и программного обеспечения, а также, специализированных приложений. Достижения в ИТ позволили направлению промышленной автоматизации развиваться семимильными шагами, и невероятно сблизил эти две сферы.

По мере усиления конкуренции среди промышленных предприятий, им понадобилось максимально интегрировать всю операционную деятельность, связанную с созданием добавленной стоимости продукции. В результате, автоматизация вышла за пределы заводских цехов и была интегрирована с корпоративными системами управления. На корпоративном уровне, ИТ контролируют множество других процессов, такие как управление активами, жизненным циклом продуктов, планирование ресурсов предприятия, управление цепочками поставок. Эти тенденции позволили компаниям, работающим в сфере промышленной автоматизации, быстро развиваться и «идти в ногу» с быстрым развитием технологий и моделей бизнеса. Немаловажным является и то, что, если изначально работающие в сфере промышленной автоматизации компании были вынуждены использовать проприетарные технологии, позднее они смогли переключиться на «коробочные» продукты и технологии, в силу появления открытых стандартов, и эта тенденция становится все очевиднее.

## **Тенденции промышленного роста**

Промышленный рост и экономическое развитие ведут к истощению полезных ископаемых. Растущий уровень потребления повысил спрос не только на конечную продукцию, но и на ресурсы, такие как энергия, вода и т.д. Понимание того, что ресурсы ограничены, заставляет компании изменять свои промышленные стратегии для повышения энергоэффективности, продуктивности, эффективности управления цепочками поставок, а также, уменьшения загрязнения окружающей среды.

Создание максимально эффективных и экономичных стратегий производства – основной вызов, стоящий сегодня перед промышленной отраслью. Из-за стареющей рабочей силы, и более привлекательных карьерных возможностей в отраслях, ориентированных на услуги, производственные отрасли сталкиваются с серьезными проблемами в области человеческих ресурсов. Эти вызовы, стоящие перед мировой промышленностью – которые в основном и определяют ее будущее – уже не первый год привлекают самое пристальное внимание международных организаций и исследовательских центров.

Отчет *Factories of the Future Public-Private Partnership*, подготовленный специальной консалтинговой промышленной группой Европейской Комиссии, посвящен разработке производственных технологий следующего поколения, и подчеркивает важность энергоэффективности и необходимости использовать все возможности информационно-коммуникационных технологий для создания «разумного» производства.

Отчет *The Future of Manufacturing Opportunities to Drive Economic* Мирового экономического форума посвящен таким вызовам, как растущая конкуренция, недостаток природных ресурсов, экономически эффективные стратегии получения «чистой энергии» и способность внедрять инновации ускоренным темпом. По мнению авторов, решение всех этих задач возможно только при общем внимании и усилиях политиков, гражданских и бизнес лидеров.

В отчете *Implementing 21st Century Smart Manufacturing*, американская «Коалиция лидерства в области разумного производства» уделяет внимание основным движущим силам изменений в промышленности, излагает свое видение ее будущего, а также, называет ключевые технологии. В их число входят: «интеллектуальная» автоматизация, сетевые сенсоры, совместимость данных, динамическое моделирование и симуляция в разных масштабах, масштабируемые и многоуровневые системы защиты от угроз информационной безопасности.

В отчете *Recommendations for Implementation*, подготовленном при участии Федерального министерства образования и науки Германии, а также Федерального министерства экономики и технологий Германии, изложены подробные стратегические рекомендации, направленные на обеспечение готовности страны к «Промышленности 4.0». Этот термин описывает дальнейшее развитие в XXI веке промышленной эпохи, которая началась в конце XVIII века. Первыми тремя этапами этой эпохи считаются: 1) изобретение и широкое использование парового двигателя, а также использование угля; 2) развитие инфраструктурных отраслей (электроэнергетика, металлургия, нефтегазовая промышленность); 3) широкое использование компьютеров и микропроцессоров. Четвертый этап, по мнению авторов отчета, будет характеризоваться доминированием: «разумных» машин, сетей встроенных датчиков для управления физическими объектами, сетевых технологий, технологий совместной удаленной работы, а также, максимально полной сквозной автоматизацией предприятий на всех уровнях.

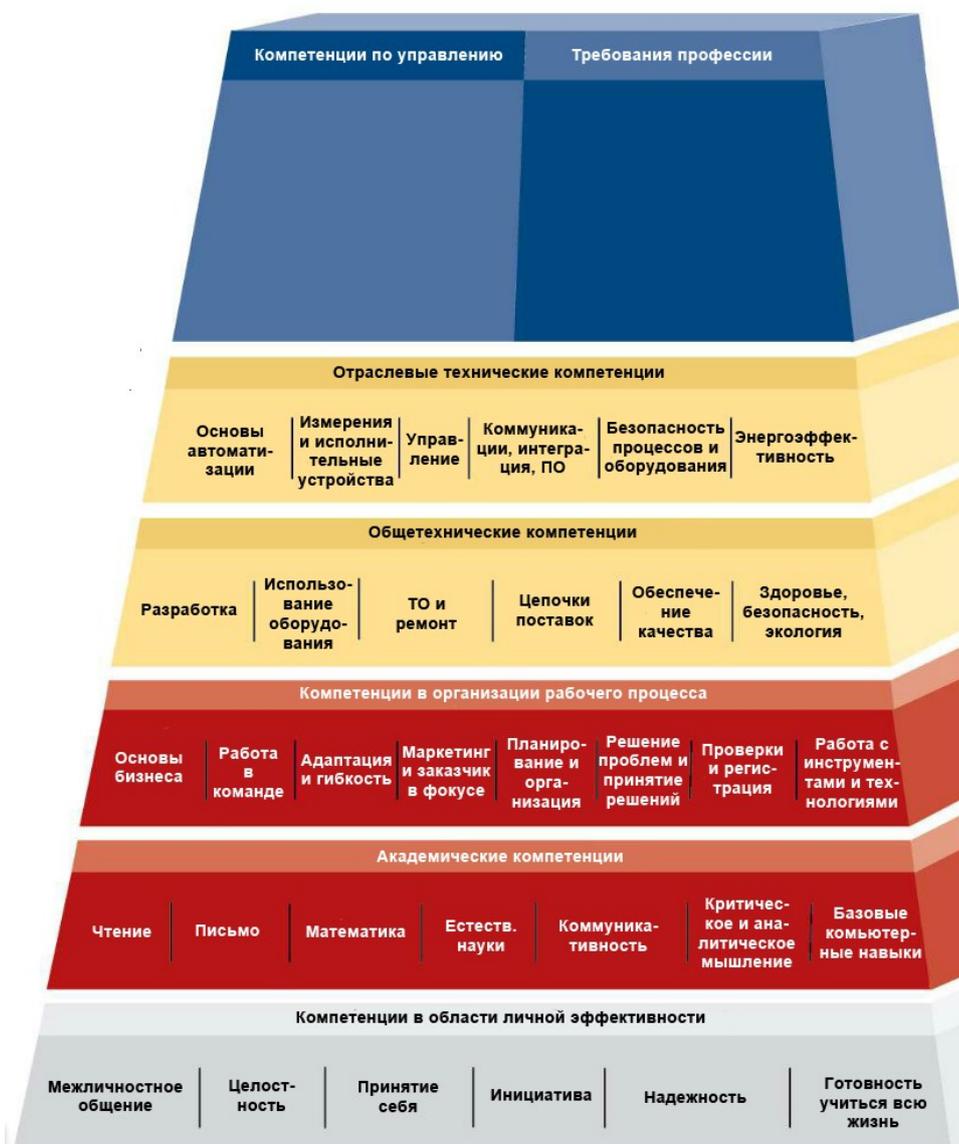
## **Грядущая промышленная эпоха**

Автоматизация производства играет ключевую роль в способности промышленных компаний быть успешными в грядущей эпохе производства, основанной на информации и знаниях, эпохи, уже получившей такие названия, как «умное производство», «фабрика будущего», «экономное производство», «Промышленность 4.0». Будущее принадлежит тем промышленным предприятиям, которые понимают ключевую роль автоматизации. Это понимание заставляет наращивать инвестиции в средства автоматизации, однако развитие этого направления и успех проектов по автоматизации зависит не только от технологий, но и человеческих ресурсов, одинаково необходимых производителям, системным интеграторам и конечным заказчикам. В конечном итоге, успех всегда зависит от компетентности профессионалов в области автоматизации. В настоящее время от-

расль (по всему миру – прим. редактора) характеризуется существенным разрывом между уровнем подготовки молодых специалистов в высших и средних специальных учебных заведениях, а также требованиями, предъявляемыми к ним отраслью. Эта ситуация требует улучшения на глобальном уровне, и, к счастью, уже есть определенные подвижки.

### Модель компетенций в области автоматизации

Федерация Автоматизации (The Automation Federation или AF) и Американский департамент труда (U.S. Department of Labor) разработали модель компетенций для специалистов в области промышленной автоматизации. Администрация по трудоустройству и обучению департамента труда активно работает над решением проблем, связанных со стареющей рабочей силой. Модель компетенций – это ясное описание способностей, знаний и умений, необходимых для успешной трудовой деятельности, и, соответственно, модель компетенций в области автоматизации описывает то, что нужно знать и уметь для успешной карьеры в области автоматизации. Модель дает подробное описание требований к компетентному специалисту по автоматизации в разных сферах, включая: личную эффективность, технологии автоматизации, навыки руководства и т.д. На каждом уровне компетентности модель определяет требуемые умения. К примеру, чтение, письмо, математика, коммуникативность (речь и слушание), критическое и аналитическое мышление, а также, компьютерная грамотность, являются ключевыми умениями с точки зрения личной эффективности.



Технологии автоматизации непрерывно развиваются, и являются кросс-дисциплинарными. Поэтому модель компетенций специалиста по автоматизации также должна непрерывно совершенствоваться. Создание и развитие этой модели преследует три основных цели: подготовка всех,

кто рассматривает возможность карьеры в области промышленной автоматизации, помощь компаниям в развитии своих сотрудников, помощь учебным заведениям в разработке актуальных учебных планов. В принципе, использование таких моделей компетентности позволяет производителям, интеграторам, заказчикам, учебным заведениям – всем, кто связан со сферой автоматизации – говорить на одном языке и работать на общее благо отрасли. В настоящее время осуществляется серьезная работа, в которой участвуют и Федерация Автоматизации (АФ) и Международное общество автоматизации (ISA), по распространению этой модели на глобальном уровне.

#### **Об авторе:**

Раджабахадур В. Аркот – независимый эксперт в области промышленной автоматизации с более чем 40-летним опытом в этой сфере. Занимал руководящие посты в таких компаниях, как Honeywell, Thermax, Bells Controls (компания Foxboro/Invensys), и других компаниях.

#### **АСУТП и промышленные роботы**

Есть такая профессия — производство автоматизировать. Аббревиатура АСУ ТП означает «автоматизированная система управления технологическим процессом» — это система, состоящая из персонала и совокупности оборудования с программным обеспечением, использующихся для автоматизации функций этого самого персонала по управлению промышленными объектами: электростанциями, котельными, насосными, водоочистными сооружениями, пищевыми, химическими, металлургическими заводами, нефтегазовыми объектами и т.д. и т.п.

Фактически, каждый человек, живущий не в лесу и пользующийся благами цивилизации, использует результаты труда предприятий, на которых функционируют АСУ ТП.

Иногда на эту тему проскакивают статьи и на хабре. Обычно они не пользуются особой популярностью, но всё же я хочу написать несколько обзорных статей об АСУ ТП в надежде рассказать хабравчанам что-то интересное (а возможно, кому-то даже полезное) и привлечь на хабр больше своих коллег.

Сначала пара слов о себе. Я только начинаю свой жизненный путь в автоматизации, опыт работы без малого два года. За это время побывал на нескольких газовых месторождениях, сейчас работаю на нефтяном.

Поскольку область обширная, несмотря ни на что развивающаяся, местами противоречивая и спорная, буду стараться обобщать не в ущерб достоверности, но не могу избежать перекоса в свою область — то оборудование, софт и сферу, с которыми лично я сталкивался.

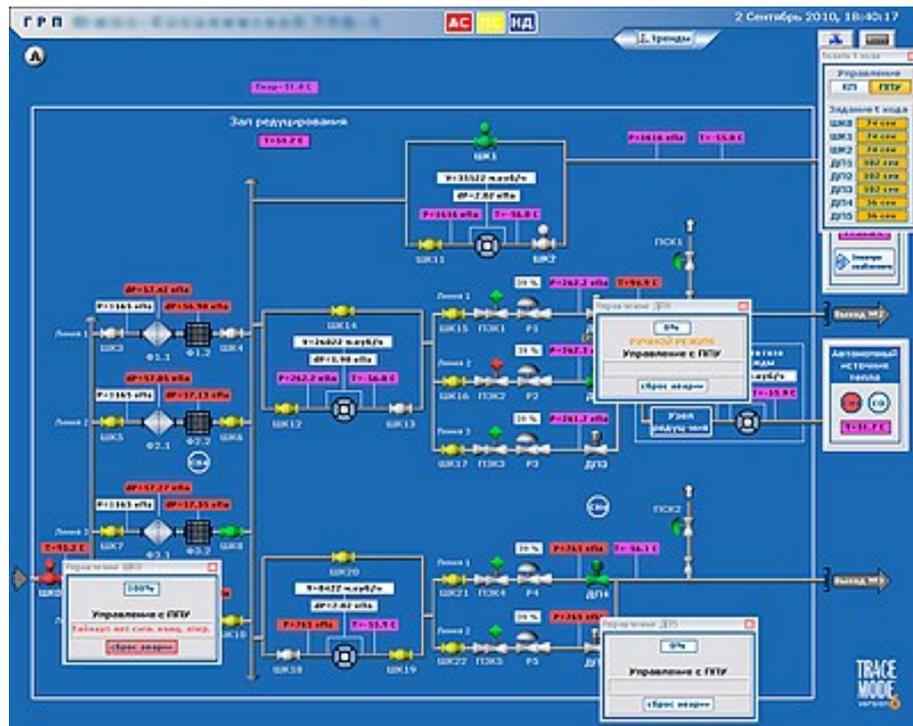
Итак, программно-технический комплекс АСУ ТП делится на три уровня: верхний (компьютеры), средний (контроллеры), нижний (полевое оборудование, датчики, исполнительные механизмы). Про нижний уровень рассказывать не буду — слишком уж это далеко от тематики хабра, да и статья получится слишком большая.

#### **Верхний уровень**

Верхний уровень — это серверы и пользовательские ПК (у нас они называются АРМ — автоматизированное рабочее место). Сюда выводится состояние технологического процесса, и отсюда при необходимости оператором подаются команды на изменение его параметров. Для упрощения разработки создано большое количество SCADA-систем (от англ. supervisory control and data acquisition — диспетчерское управление и сбор данных). Это в некотором роде расширенный аналог IDE, в котором скомпилированная «программа» и выполняется.

#### **Системы SCADA**

Вообще, если отбросить академизм, то на предприятии для всех кроме асушников склада выглядит вот так:



А если совсем не повезёт, то вот так:



Скады неявно можно разделить на серверную и клиентскую части. Опрос полевых устройств и сбор данных производится сервером (обычно, через ПЛК), с сервера клиенты забирают эти данные к себе на монитор. Сами по себе понятия «серверная» и «клиентская» части условны. Фактически разделение производится по лицензиям на компоненты скады, а политика лицензирования у каждого производителя своя. Вплоть до разделения на: количество обрабатываемых сигналов с поля, драйвера протоколов, количество рабочих станций, возможность создания веб-интерфейса, мобильного интерфейса, да и вообще целые куски функционала могут быть за отдельные денжки.

Чаще проще обратиться к поставщику, предоставив исходные данные по проекту, чтобы помогли с подбором лицензий.

Подразумеваются два режима функционирования: режим разработки и режим выполнения (runtime). Не обязательно эти режимы взаимоисключающи: можно редактировать проект на одном АРМе, инженерном, заливать его, он обновится на пользовательских. Это очень важно — изменять проект без простоев и отключений, потому что технологический процесс прерывать нельзя, и операторы всегда должны иметь возможность его контролировать. В скаде создаются графические интерфейсы, настраиваются источники данных с полевых устройств, она отвечает за взаимодействие пользователя (оператора, диспетчера, технолога) с происходящим на производстве, а также за архивирование всех нужных данных в БД.

Архивирование — одна из обязательных функций, очень важно иметь возможность «вернуться назад во времени» для разбора полётов в случае чего-то непредвиденного либо для глобального анализа при медленных, длительных процессах. Например, недавно геологи попросили меня выгрузить табличкой данные по давлению нефти на скважинах за последний год.

Периодически скада складывает все собранные данные в БД. Их потом можно посмотреть в виде графиков (называем их трендами), а при необходимости, если оговорено в ТЗ на АСУТП, реализуется выгрузка в виде отчётов в эксель или ещё как-нибудь. Архивация сделана по-разному: в MS SQL; MS Access; в ту же MS SQL, но по своему хитрому алгоритму с дополнительной архивацией; а у кого-то вообще в свою собственную бинарную БД.

Особым пунктом в скадах идёт информирование оператора: текущие сообщения и аварийные. Они тоже обязательно архивируются. В общем виде сообщения делятся на текущие и важные (аварийные). Текущие прячут подальше, но журнал аварийных всегда выводится на экране оператора. К текстовым аварийным сообщениям привязываются звуковые, чтобы кто-нибудь не проспал ЧП.

### **Структурные и функциональные схемы элементов и систем автоматизации Общие положения и правила выполнения схем автоматизации**

Функциональные схемы автоматизации являются основным проектным документом, определяющим структуру и уровень автоматизации технологического процесса проектируемого объекта и оснащение его приборами и средствами автоматизации (в том числе средствами вычислительной техники). Функциональные схемы представляют собой чертежи, на которых при помощи условных изображений показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, приборы и средства автоматизации, средства вычислительной техники и другие агрегатные комплексы с указанием связей между приборами и средствами автоматизации, таблицы условных обозначений и пояснения к схеме.

Схемы являются основанием для выполнения остальных чертежей проекта, а также для составления заявочных ведомостей в заказных спецификациях приборов и средств автоматизации. Функциональная схема согласовывается с заказчиком или организацией, выдавшей задание.

Для однотипных технологических объектов (цехов, участков, отделений, агрегатов), не связанных между собой и имеющих одинаковое оснащение приборами и средствами автоматизации и одинаковые отдельные щиты (пульты), схему автоматизации следует выполнять для одного из них. На схеме дают пояснения. Например: «Схема разработана для агрегата 1, для агрегатов 2-5 схемы аналогичны».

Для однотипных технологических объектов, имеющих общие щиты, пульты с аппаратурой и приборами, на схеме автоматизации допускается показывать технологическое оборудование одного объекта. Приборы и средства автоматизации, устанавливаемые на щите, показываются полностью для всех объектов.

Если приборы однотипны, контролируемые параметры имеют одинаковые значения, то все повторяющиеся приборы показывают на щите один раз, а около их обозначения проставляют количество в штуках.

Если приборы однотипны, а контролируемые параметры имеют различные значения, то на щите показываются все приборы. Около линий связи, соединяющих приборы с управляемым объ-

ектом (без изображения технологического оборудования), дают пояснения. Например: «От реакторов 2-3» (рис.2).

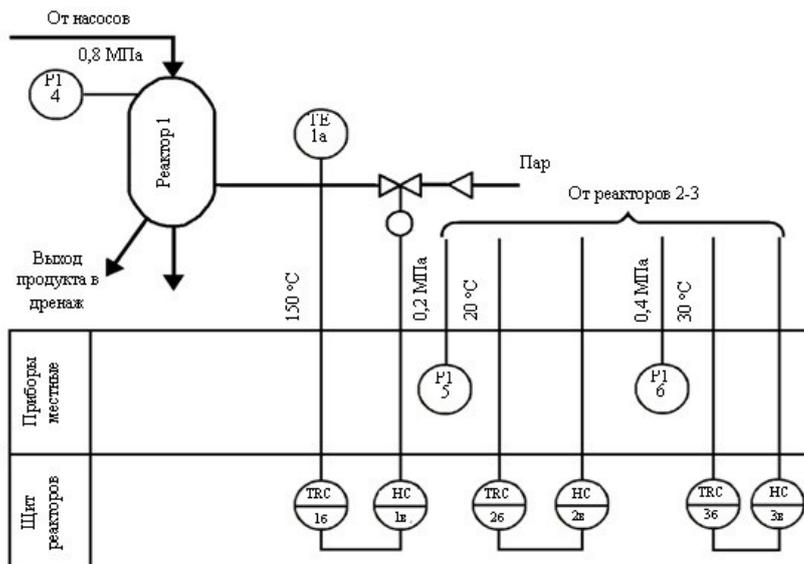


рис. 2. Пример выполнения схемы для однотипных объектов

При использовании многоточечного прибора для контроля какого-либо параметра в нескольких однотипных аппаратах на схеме допускается показывать только один технологический аппарат и один датчик, а около прибора показывают линии связи от остальных датчиков.

На схеме автоматизации приводится пояснение, на основании какого документа она разработана. Например: «Схема разработана на основании технологической схемы 1224, выполненной ВНИИМП».

На схеме допускается приводить перечень приборов и средств автоматизации и таблицы условных обозначений (табл.1, 2) по определенной форме.

**Перечень приборов и средств автоматизации**

	Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
15				
8				
8				
	20	110	10	45

Таблица 2

**Условные обозначения приборов, средств автоматизации и технологических коммуникаций, не вошедших в стандарты**

Вариант 1		Вариант 2	
Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение	Наименование
40	145	40	52

Приведенные таблицы условных обозначений могут использоваться по усмотрению исполнителя в одном из двух представленных вариантов.

**Изображение технологического оборудования, приборов и средств автоматизации на схемах автоматизации**

Графическое построение технологической схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности технологического процесса. Технологическую схему вычерчивают с упрощенным изображением оборудования, масштаб при этом не соблюдается. Конфигурация оборудования должна соответствовать действительной или изображаться принятыми условными обозначениями и схематичными изображениями.

Функциональная схема автоматизации графически делится на две зоны. В верхней части чертежа (примерно две трети по высоте схемы) изображается технологическая схема, а в нижней его части, под технологической схемой, с некоторым разрывом вычерчивают прямоугольники, изображающие: установку местных приборов, щиты, пульты, пункты контроля и управления, управляющие машины, машины централизованного контроля и т.п., в которых условными обозначениями показывают соответствующую аппаратуру.

Оборудование и коммуникации изображаются тонкими линиями, технологические потоки выделяются более жирными линиями.

Соединение и пересечение технологических трубопроводов изображают условными обозначениями, приведенными в табл.3. Допускается изображать элементы объекта в виде прямоугольников, которые должны быть снабжены соответствующими наименованиями. У изображений объекта и трубопроводов должны быть поясняющие надписи (наименование оборудования, его номер и др.), а также стрелками указаны направления потоков (табл.4).

Таблица 3

Условные обозначения соединения и пересечения технологических трубопроводов

Наименование	Обозначение
Соединение трубопроводов	
Пересечение трубопроводов	

Таблица 4

Обозначение направления потока энергии, жидкости и газа

Наименование	Обозначение
Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический:	
в одном направлении (например, вправо)	
в обоих направлениях не одновременно	
в обоих направлениях одновременно	
Поток жидкости:	
в одном направлении (например, вправо)	
в обоих направлениях	
Поток газа (воздуха):	
в одном направлении (например, вправо)	
в обоих направлениях	

## Системы автоматизации. Параметры состояния процессов систем автоматизации и оборудования.

### Параметры, характеризующие состояние технологического процесса.

Любой технологический процесс характеризуется целым набором технологических параметров, по которым и можно судить о состоянии технологического процесса.

К таким параметрам относятся: расход, температура, давление, концентрация, вязкость.

Для сбора информации (оценка параметров) предназначены первичные преобразователи - **датчики**. Датчики преобразуют измеряемый параметр в форму удобную и преобразования на вторичные приборы или преобразователи. Преобразователи и вторичные приборы представляют информацию в форме удобной и понятной для оператора.

**Исполнительным устройством** (клапаном) называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа (РО) объекта.

Определённое количество параметров подлежит регистрации, регулированию, сигнализации, блокировке.

### Параметры, подлежащие регистрации.

Регистрации подлежат все параметры, оговорённые в технологическом регламенте для регулирования, сигнализации, блокировки. Кроме этого регистрации подлежат все параметры необходимые для безопасного ведения технологического процесса.

### Параметры для регулирования.

Регулированию подлежат наиболее важные параметры, оговоренные в технологическом регламенте, которые необходимо поддерживать на определённом заданном значении.

### Параметры, подлежащие блокировке.

Это параметры, которые при превышении определённых значений, могут вызвать предаварийную или аварийную ситуацию, а также создать взрывоопасную или пожароопасную обстановку, грубое нарушение экологической обстановки. Блокировке также подлежат параметры, превышение нормы которых может вызвать выход из строя технологического оборудования.

### Параметры для сигнализации.

Это параметры, которые необходимо контролировать и при отклонении их выше или ниже установленной нормы оповещать обслуживающий технологический персонал в виде звукового или светового или же обоих сигналов вместе.

В современном производстве большое значение имеет автоматическая сигнализация, которая является одним из звеньев связывающих диспетчера с производством. В комплекс автоматической сигнализации входят сигнальные лампы, приборы контроля и регистрации параметров. **Виды сигнализации.**

Автоматическая сигнализация, по своему назначению, подразделяется на предупредительную, контрольную и аварийную.

**Предупредительная сигнализация** включается в тех случаях, когда значения контролируемых факторов достигают величины, при которой возникает необходимость вмешательства диспетчера или обслуживающего персонала либо в течении технологического процесса либо во время работы оборудования для обеспечения в дальнейшем нормальной работы участка отделения или всего завода.

Так в условиях хлебозавода предупредительная сигнализация оповещает диспетчера об отклонении температурных режимов в пекарных камерах от заданных значений, об опорожнении емкостей из которых мука поступает на производство и т.д.

**Контрольная сигнализация** применяется для проверки правильности произведённых операций по управлению поточными линиями и технологическим оборудованием, а также для контроля над состоянием оборудования в процессе работы.

Аварийная сигнализация оповещает диспетчера и обслуживающий персонал о выходе из строя машин и агрегатов или о возможности на том или ином участке аварии, которая может вызвать нарушение технологического процесса.

Аварийная сигнализация осуществляется световым и звуковым сигналами. При этом для звуковой сигнализации используется специальное устройство, например электрическая сирена или гудок, но их сигналы должны отличаться от предупредительного сигнала. К аварийной сигнализации относится зачастую и пожарная сигнализация.

Функции регистрации и регулирования обычно осуществляются локальными системами АСР, основанными на базе пневматической ветви приборов. После появления средств вычислительной техники, основанной на микропроцессорных системах, функцию сбора и обработки информации выполняют модули, входящие в УМК (управляющий микропроцессорный комплекс). УМК представляет собой средний уровень в иерархической структуре АСУТП (автоматизированная система управления технологическим процессом).

### **Простейшие математические модели систем автоматизации**

Моделирование является важнейшим и неотъемлемым этапом процедуры проектирования современных мехатронных устройств и систем. В настоящее время сложно представить себе специалиста, не способного проверить моделированием обоснованность принятых технических решений. Соответственно, постоянно возрастает роль моделирования в учебном процессе. При подготовке курсовых и выпускных квалификационных работ по дисциплинам, связанным с разработкой и исследованием технических устройств, этап создания и использования соответствующих математических моделей является одним из основных.

Развитие микроэлектроники и микропроцессорной техники создало условия для нового качественного скачка в функциональных возможностях технических систем, связанных с движением механических устройств, что привело к возникновению новой науки – мехатроники. Существует большое число формальных определений мехатроники и мехатронных систем, по сути, мало отличающихся друг от друга.

Мехатроника – это область науки и техники, основанная на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающими проектирование и производство качественно новых модулей, систем, машин и систем с интеллектуальным управлением их функциональными движениями.

Это позволяет определить особенности математических моделей мехатронных устройств, понимая под ними объекты, для исследования и проектирования которых используются математические модели, отражающие взаимное влияние протекающих в объекте процессов различной физической природы – механических, электрических, информационных и т. п.

В связи с тем, что мехатронная система – это синергетическое объединение механической, электрической и компьютерной частей, средства моделирования должны допускать совместное моделирование этих частей на единой методологической основе, давая возможность строить и исследовать многоаспектные модели.

Реализовать это возможно двумя способами. Во-первых, можно перейти к единой системе дифференциальных уравнений, как это обычно делается в теории автоматического управления (ТАУ). В этом случае все физические особенности отдельных частей системы будут потеряны. Вариант такого подхода – структурное моделирование, где все переменные являются скалярными сигналами и их можно соединять (как в операторно-структурной схеме).

Недостаток подхода – большой объем предварительных преобразований (в случае системы уравнений) или получение схемы, мало напоминающей реальную систему.

Другой вариант – использование систем моделирования, которые способны на единой методологической основе моделировать механические, электрические и информационные компоненты, т. е. объединять их в единую схему, сохраняя при этом привычные для специалистов в предметных областях способы задания исходной информации.

Описываемый подход отличается от принятого в ТАУ тем, что в математических моделях используются не абстрактные сигналы, а величины, непосредственно характеризующие физическое состояние объекта (токи, потенциалы, давления, силы и т. п.) и связанные компонентными уравнениями. Именно этот подход становится в последнее время доминирующим, и именно он является основным объектом рассмотрения в данном пособии.

При этом основу моделирования мехатронных систем составляет моделирование механических конструкций. Как правило, именно моделирование механических конструкций является наиболее сложным и трудоемким. Компоненты механических конструкций описываются наиболее сложными математическими моделями. Они наиболее многомерны и предъявляют жесткие требования к инструментальным средствам моделирования.

**Полученные модели можно использовать для следующих целей.**

1. **Познание (изучение объекта).** Одной из особенностей хорошо построенной модели является то, что она несет в себе больше информации, чем в нее закладывалось при создании. Особенно это относится к моделям природных объектов, получаемых в результате естественнонаучных исследований. Скрытая неосознанная информация проникает в модель объективно, помимо воли исследователя. Это позволяет на основе изучения модели получать новые сведения об объекте, т. е. изучать объект, изучая его модель. Свойство модели служить источником познания называют **потенциальностью**. Естественно, что разные модели в разной степени «богаты» такой дополнительной информацией.

Процесс познания в фундаментальных дисциплинах (физика, химия и др.) развивается по схеме «явление – модель – явление». Открытие и изучение нового явления приводит к построению его модели, которая, в свою очередь, позволяет предсказать новые явления. Классическим примером такой цепочки явилось открытие на основе Ньютоновского закона всемирного тяготения планеты Нептун. И в настоящее время многие объекты в космологии появляются сначала на уровне теоретических предсказаний и лишь, затем подтверждаются наблюдениями.

2. **Предсказание.** Правильно построенная модель позволяет предсказывать поведение исследуемого объекта при тех или иных внешних воздействиях. Это свойство является ключевым в процессе замены объекта его моделью. Задача предсказания актуальна в тех случаях, когда эксперименты с реальным объектом не могут быть проведены по причинам повышенной опасности, чрезмерной длительности или невозможности воспроизведения внешних условий. Результаты предсказания могут использоваться для формирования управляющих воздействий на объект, а также для поиска оптимальных режимов работы этого объекта.

3. **Обучение.** Использование реального объекта для обучения часто связано с рисками, как для объекта, так и для обучаемого. Заменяя реальный объект, модели могут быть использованы в качестве имитаторов при создании различных тренажеров, на которых можно не только получить первоначальные навыки управления, но и испробовать такие приемы, которые в иной ситуации отработать невозможно. Для обучения могут использоваться как физические, так и компьютерные модели, а в сложных тренажерах – сочетание тех и других.

4. **Отработка новых конструкторских решений.** С технической точки зрения возможность использования моделей для проверки и отработки технических решений является самой важной функцией моделирования. Отсутствие реального объекта делает эту функцию безальтернативной, позволяя существенно сократить время разработки нового изделия за счет экономии на его натуральных испытаниях. Далее будет показано, что использование модели, для которой еще нет реального объекта, вносит существенные особенности в процесс ее построения и отладки.

### **Информация в системах автоматизации**

**Автоматизация технологического процесса** – совокупность методов и средств, предназначенных для реализации систем, позволяющих осуществлять управление требуемого качества технологическим процессом без непосредственного участия человека, либо с оставлением за человеком права принятия наиболее ответственных решений. Здесь понятие технологический процесс используется в самом широком смысле как последовательность действий, направленных на получение заданного продукта, энергии или информации. Использование средств автоматизации может служить для уменьшения в целом затрат на производство продукции, информации или энергии, либо повышения производительности, либо получения качества выходного продукта или информации, недостижимого без использования этих средств.

Автоматизация технологических процессов, проводимая за счет средств вычислительной техники, может способствовать эффективному решению следующих задач:

- получение более рациональных вариантов решения задач проектирования, управления за счет внедрения эффективных и сложных математических алгоритмов обработки информации;
- освобождение работников от рутинной и монотонной работы за счет ее автоматизации;
- повышение достоверности информации, на основе которой принимаются решения за счет фильтрации помех и случайных выбросов путём математической обработки;
- совершенствование структуры информационных потоков (включая систему документо-оборота);
- уменьшение в целом затрат на производство продукции или информации.

Процесс выработки и осуществления управляющих воздействий определяется, как управление. При этом выработка управляющих воздействий включает сбор, передачу и обработку необходимой информации, принятие решений, определяющих управляющие воздействия, а осуществление управляющих воздействий включает передачу управляющих воздействий и преобразование их в форму воспринимаемую объектом управления.

Ключевая тенденция развития современных технических систем автоматизации и управления в том числе сложных технических систем (СТС) - перенос функциональной нагрузки с механических и электрических устройств и подсистем к интеллектуальным компонентам и технологиям, на которые возлагаются функции определения и изменения во времени управляющих воздействий, логической и информационной увязки работы энергетических и силовых компонент взаимодействующих устройств.

Эта тенденция привела к тому, что в современных системах автоматизации и управления основным техническим средством обработки информации для **непосредственного управления системами**, выполнения научно-технических расчетов, моделирования для прогноза поведения системы на будущие времена, вычисления задающих и управляющих воздействий является компьютер и его программное обеспечение (ПО).

В дальнейшем мы чаще будем употреблять термины встроенная в систему ЦВМ, цифровое управляющее устройство, так как термин **Компьютеру** большинства людей ассоциируется с персональными компьютерами, которые по распространенности стали «бытовыми приборами». Мы же рассматриваем технические средства автоматизации и управления, в которых цифровое управляющее устройство, будучи ЦВМ, подчас конструктивно имеет мало общего с персональным компьютером.

Информационные процессы в системах автоматизации и управления

Информация – важнейший компонент управления физическими процессами, протекающих в физических системах, и связанных с преобразованием материи, энергии и всё той же информации. Система управления процессами выполняет много функций (рис. 1.1), различающихся для различных физических автоматизируемых процессов, но информационные процессы типичны:

- сбор и оценка данных физического процесса – мониторинг,
- анализ и отображение этой информации для человека - оператора,
- управление некоторыми параметрами физического процесса, которое может быть прямым встроенным автоматическим управлением или удаленным управлением от оператора ,
- связь входной и управляющей информации через алгоритм обработки входной информации – результатов мониторинга.

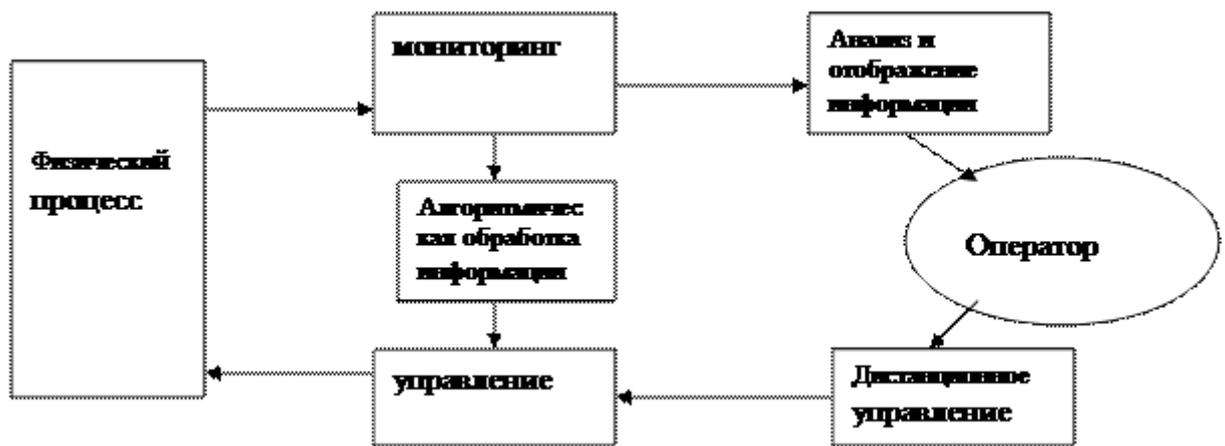


Рис. 1.1 – Функции системы управления

Кроме перечисленных базовых процессов компьютерные технологии, обеспечивающие работу автоматизированной или автоматической системы любого назначения, дополнительно обеспечивают следующие информационные процессы:

- хранение информации в виде баз данных, информационных массивов, файлов;
- получение более рациональных вариантов решения задач управления за счет внедрения математических методов обработки информации и оптимизации;
- повышение достоверности информации, на основе которой принимаются решения, за счет её математической обработки;
- совершенствование структуры информационных потоков (включая систему документооборота);
- передачу информации по каналам связи от источника потребителю;
- компьютерное моделирование процессов, протекающих в таких системах, на стадиях проектирования и эксплуатации, которое постепенно вытесняет классические методы исследований докомпьютерной эры;
- идентификации структуры и параметров систем в процессе их функционирования;

В автоматизированную систему должен быть заложен принцип дальнейшего развития и расширения (расширяемость, масштабируемость).

Компьютерные технологии. Определение автоматизированной системы

Между терминами "компьютерная технология" и "информационная технология" существует различие в том смысле, что обработка информации может осуществляться и без помощи компьютера. Однако в современных условиях, тем более в таких областях как автоматизация производственных процессов, управления системами, проектирование изделий и систем различного назначения, проведение научных исследований, выпуск документации и др. использование компьютеров находит самое широкое применение. В этой связи оба термина будут использоваться как синонимы.

**Информационная технология** – процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта).

**Компьютерная технология – информационная технология, использующая компьютеры и телекоммуникационные средства.**

Таким образом, в понятие "компьютерная технология" включаются также **коммуникационные технологии, которые обеспечивают передачу информации** по каналам связи между компьютерами (информационно-вычислительные сети), поскольку распределенная обработка информации, распределенный доступ к общим информационным ресурсам, которые также могут быть распределены, распределенное управление получили широкое распространение в системах автоматического и автоматизированного управления.

Причина широкого применения компьютерных технологий связана с тем, что в системах компьютерного управления автоматизированными и автоматическими системами можно обеспечить обработку информации по сложным и эффективным алгоритмам при этом сравнительно легко вносятся новые стратегии автоматизации поскольку можно легко изменять характер функционирования без переоснащения и перепроектирования всей системы, полностью изменив образ действий того же самого компьютера, заменив ему программное обеспечение. Именно эти возможности развития, наряду с надежностью и возможностями обработки информации по сложным и эффективным алгоритмам предопределили бурный рост компьютерных технологий автоматизации и управления.

На аппаратном уровне стандарты физического уровня той или иной примененной сетевой технологии определяют методы и средства передачи информации между узлами системы автоматизации или устройствами автоматической системы, оснащенных встроенными ЦВМ. Все это позволяет утверждать, что системообразующим элементом современных систем автоматизации и управления является соответствующая управляющая сеть с её программным обеспечением.

**Система** (system – целое, составленное из частей; греч.) – это совокупность элементов, взаимодействующих друг с другом, образующих определенную целостность, единство.

Производственные процессы и управляющие ими системы состоят из множества разнообразных элементов, сложным образом взаимодействующих друг с другом. Цель системы - получить результат, качественно или количественно отличающийся от простой суммы результатов работы отдельных её элементов. Объединение в систему даёт «нечто большее», которое определяется не наличием тех или иных составляющих системы, а есть результат их взаимодействия.

Представление некоторой системы в виде элементов и подсистем зависит от уровня и степени детализации. Это особенно проявляется при рассмотрении **сложных систем**. Например, на верхнем уровне детализации в системе управления производством можно выделить следующие подсистемы: экономическую, логистическую, производственную, энергетическую и т.п. В то же время каждую из названных подсистем можно рассматривать как самостоятельную систему. На следующих, более нижних уровнях детализации, в качестве самостоятельной системы может рассматриваться, например, система охранной сигнализации или система утилизации производственных отходов, которые также можно детализировать и т.д.

**Динамика системы** - важнейшая характеристика, определяющая изменение состояний и характеристик системы во времени. Знание динамики системы позволяет предвидеть её будущее поведение и выбрать правильное управление в соответствии с поставленной целью.

**Структура системы** – состав, порядок и принципы взаимодействия элементов системы, определяющие основные свойства системы. Иными словами, создание структуры – структурирование это процесс разбиения системы на части и установления связей между частями. Если отдельные элементы системы разнесены по разным уровням подчинения и характеризуются внутренними связями, то говорят об иерархической структуре системы. В сложных системах и задачах создание правильной организации процессов и правильной её динамики обеспечивается должным структурированием системы.

Приведем определения в соответствии с ГОСТ 34.003-90:

**Автоматизированная система (АС):** Система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций в соответствии с заданной целью.

В зависимости от вида деятельности выделяют, например, следующие виды АС: автоматизированные системы управления (АСУ), системы автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и др.

В зависимости от вида управляемого объекта (процесса) АСУ делят, например, на АСУ технологическими процессами (АСУТП), АСУ предприятиями (АСУП) и т.д.

В современном понимании автоматизированная система немыслима без **персонала, взаимодействующего с компьютерами и телекоммуникациями**.

Системы управления делятся на два больших класса: системы автоматического управления (САУ) и автоматизированные системы управления (АСУ). В САУ управление объектом или си-

стеймой осуществляется без непосредственного участия человека автоматическими устройствами. Это, как правило, замкнутые системы с обратной связью, но имеются и чисто программные системы управления. Основные функции САУ: автоматический контроль и измерения, автоматическая сигнализация, автоматическая защита, автоматические пуск и остановка различных двигателей и приводов, автоматическое поддержание заданных режимов работы оборудования, автоматическое регулирование, автоматическое управление СТС от встроенных компьютеров по вычисляемым в процессе работы критериям для достижения поставленных целей;

В отличие от САУ в АСУ в контур управления включен человек, на которого возлагаются функции принятия наиболее важных решений и ответственности за принятые решения. Классификация АСУ и САУ может осуществляться по различным признакам: функциональному, структурному, по сфере применения, по характеру используемой информации и др.

Классификацию по сфере применения проводить затруднительно из-за огромного разнообразия и практически повсеместного применения в настоящее время компьютерных технологий. Примерная и далеко не полная классификация:

- управления предприятием (АСУП);
- производственные системы;
- автоматическое управление СТС от встроенных компьютеров по вычисляемым в процессе работы критериям для достижения поставленных целей;
- административные системы (человеческих ресурсов);
- финансовые и учетные системы;
- системы маркетинга;
- системы научных исследований;
- автоматизации проектирования;
- системы моделирования;
- системы проведения медицинских исследований;
- системы для проведения научных исследований.

*Компьютерные технологии и управление производством. Три базовых иерархических уровня ПО управления производством и СТС. MES технологии*

Сейчас в автоматизации производственных процессов с использованием компьютерных технологий произошел переход от попыток автоматизации отдельных технологических процессов и процессов управления к общесистемной сквозной интегральной автоматизации, направленной на выпуск новой продукции в максимально сжатые сроки.

В связи с этим разрабатываются программные пакеты, обеспечивающие планирование производства, составление оптимальных производственных графиков, управления запасами и складами. Эти пакеты получили название MES (Manufacturing Execution System – производственные исполнительные системы).

Анализ предметной области комплексной автоматизации работы предприятий приводит к трем иерархическим уровням управления предприятием, и к трем уровням соответствующего ПО.

1. Управление предприятиями. На этом уровне решаются стратегические задачи, в частности, финансы, маркетинг, бухгалтерия, кадры, сбыт, долгосрочное планирование производства в масштабах года, квартала, месяца. АСУ предприятием (АСУП) предназначены для автоматизации функций управленческого персонала.

2. Оперативное управление производством – разработка детальных планов использования сырья и ресурсов, производственных заданий в масштабах месяца, дня, смены (MES пакеты).

3. Управление технологическими процессами и установками (АСУ ТП). Управление в масштабах часов, секунд, миллисекунд, Управление осуществляется в реальном масштабе времени (РМВ). Именно с этими системами связывают термин системы промышленной автоматизации.

Аналогичную трехуровневую структуру мы увидим, рассматривая автоматическое компьютерное управление сложными техническими системами (СТС): планирование общей работы СТС; детальное планирование и управление совокупностью процессов управления – управление совместной работой подсистем в процессе решения функциональных задач СТС; и, наконец, управление отдельными процессами в подсистемах СТС.

### *Система управления, объект управления, виды управления*

Система управления – это система, состоящая из управляющего устройства (УУ) и объекта управления (ОУ). Понятия объект управления, цель управления, управляющие воздействия взаимосвязаны и не могут быть определены отдельно друг от друга. Объект управления (ОУ)- объект (или система объектов), для которого необходимо достичь желаемые цели управления.

ОУ могут быть как отдельные объекты, так и системы взаимосвязанных объектов – тогда мы говорим о распределенном объекте управления.

Цели управления – это значения координат или соотношение значений координат процессов, происходящих с/в ОУ, а также их изменение во времени, которые надо получить в процессе управления для достижения желаемых результатов функционирования ОУ (рис. 1.2).

Например, целью управления системы автоматической посадки самолета является:

Получить в заданной точке, координаты которой известны (начало посадочной полосы) скорость полета не менее 250 км./час и высоту над поверхностью земли в этой точке  $H=0$ .

Т.е. управление должно вестись сразу по нескольким координатам в заданном соотношении. В более простых случаях управление проводится по одной координате, например, управление температурой в холодильной камере.

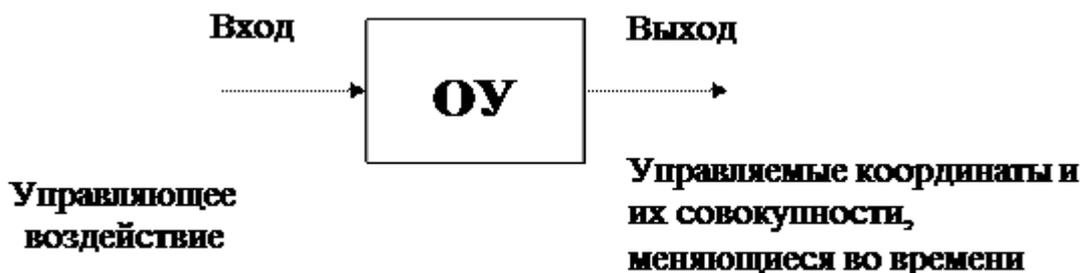


Рис. 1.2 – Объект управления

Управляющее устройство – устройство, предназначенное для воздействия на ОУ для достижения цели управления.

Виды управления. Классификацию управления и СУ можно проводить различным образом: Во-первых, имеются виды управления по концепции его применения:

1. Координация – согласование временное и логическое процессов, протекающих в различных объектах, элементов сложного ОУ;

2. Управление – регулирование – поддержание значений координат ОУ в требуемых пределах, отслеживание изменений приходящих извне или вычисляемых в системе требований к значениям координат;

3. Стабилизация – поддержание постоянных значений требуемых координат ОУ;

4. Терминальное управление – перевод ОУ в процессе управления из заданного начального состояния координат в заданное конечное состояние координат за заданное время.

*Прямое управление и управление с отрицательной обратной связью*

Схема разомкнутого управления (рис. 1.3) (прямого управления, управления без ОС).

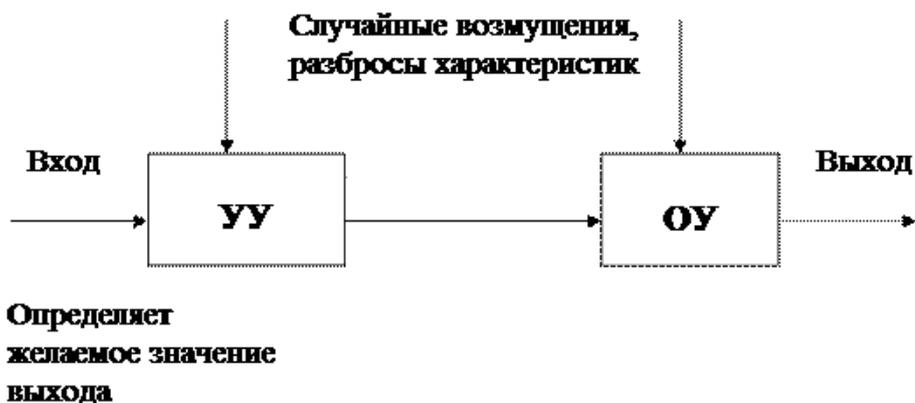


Рис. 1.3 - Схема разомкнутого управления

В разомкнутой системе фактическое состояние ОУ (выходных координат ОУ) не известно и используется априорная или расчетная информация об состоянии ОУ. Измерения выходных координат не проводятся.

Прямое управление ведется с большими некомпенсированными ошибками от воздействий возмущений и неточности знания характеристик УУ и ОУ системы.

Управление с обратной связью. Система в этом случае имеет ОС по состоянию ОУ (значений координат ОУ) (рис. 1.4). При этом проводятся измерения действительного значения управляемых координат ОУ (всех или части), которые сравниваются с желаемыми значениями. Разница используется для управления координатами ОУ с целью устранения этой разницы.



Рис. 1.4 – Управление с обратной связью

### Проектирование современных систем управления. Прогнозирование технических решений

Системы автоматического управления и регулирования за долгий путь своего развития — от центробежных регуляторов паровых машин до современных комплексных САУ подвижными объектами — проникли во все области техники и стали определяющими при создании многих современных технических систем и устройств. Предполагая, что читатель достаточно знаком с основами теории систем управления, подробное представление которой имеется в ряде учебников, напомним здесь лишь основные определения, необходимые для дальнейшего изложения. Как известно, САУ является более общим случаем, чем система автоматического регулирования (САР), под которой понимают частный случай САУ, предназначенной для поддержания некоторого заданного неизменного положения, состояния, режима работы управляемого объекта. Поэтому иногда САР называют *системами стабилизации* (например, углового положения самолета, скорости вращения вала турбины, температуры в некотором помещении и т. д.). В дальнейшем мы будем пользоваться терминами САУ и САР в зависимости от вида и назначения системы. В САУ обычно выделяют следующие основные устройства, из которых она состоит.

Объект управления (регулируемая), представляющий собой машину, аппарат или установку, требуемый режим работы которых должен поддерживаться.

Регулятор, или управляющая часть САУ, поддерживает требуемый режим работы объекта управления либо изменяет этот режим в соответствии с заданным законом или программой управления. Регулятор, в свою очередь, включает в себя следующие устройства.

Измерительные и чувствительные устройства, предназначенные для измерения и преобразования регулируемых величин или возмущающих воздействий разнообразного физического происхождения в сигналы, передаваемые и используемые в САУ.

Программные, или задающие, устройства, предназначенные для выработки сигналов, меняющихся по заранее определенному закону.

Усилительно-преобразующие устройства, предназначенные для усиления сигналов, проходящих в регуляторах. Эти устройства преобразуют сигналы и управляют энергией, поступающей от внешнего источника в управляющие воздействия различного физического происхождения (электрические, гидравлические, пневматические и др.).

Корректирующие устройства служат для обеспечения требуемых характеристик по устойчивости, качеству и точности управления (регулируемая). Эти устройства также могут иметь различное физическое происхождение (электронные микропроцессоры, электрические цепи, электромеханические преобразователи, гидравлические и пневматические контуры).

Исполнительные устройства осуществляют непосредственное воздействие на объект управления (механическое, электрическое, гидравлическое, пневматическое и т. п.).

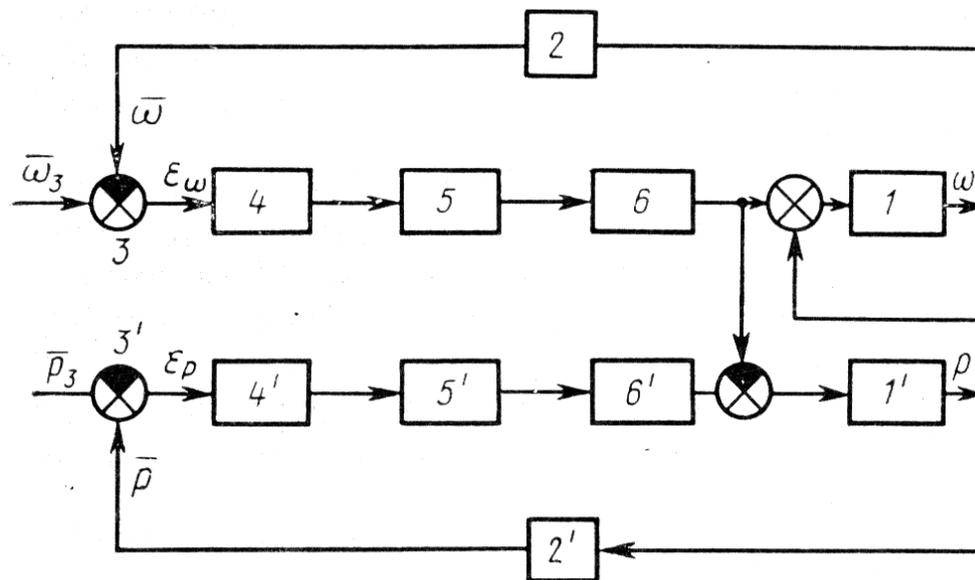
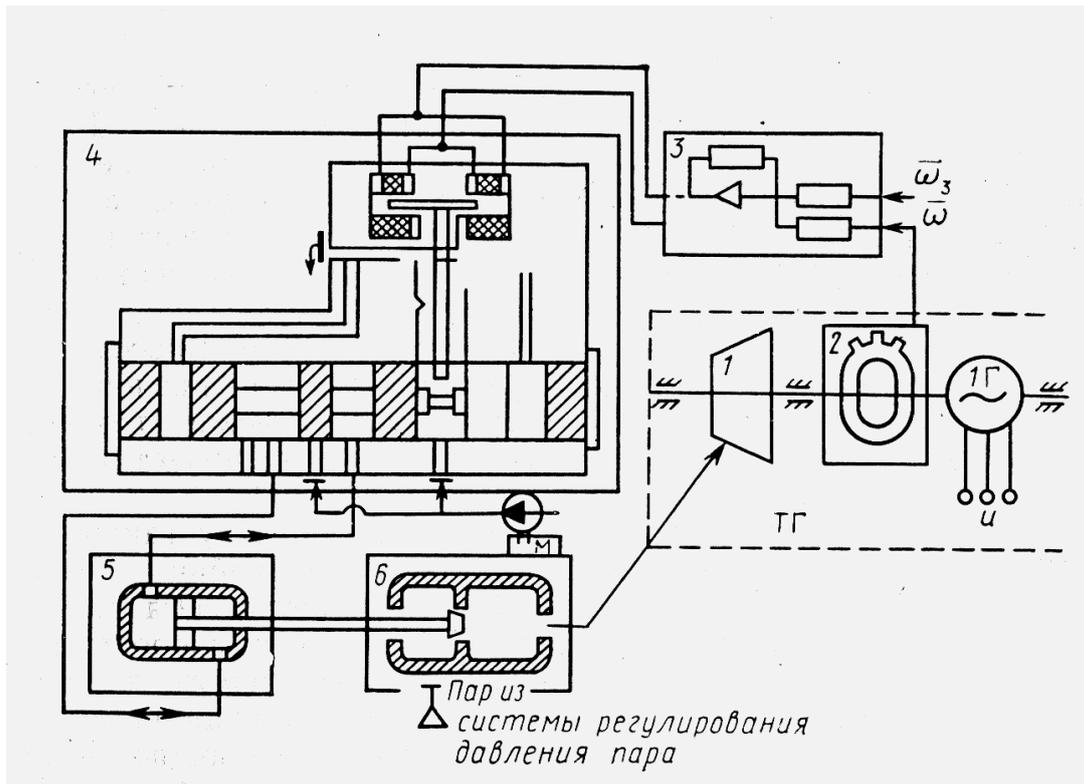


Рис.1 Система автоматического регулирования турбогенератора

На рис. 1 представлена САУ турбогенераторной установки по частоте (скорости) вращения и давлению пара турбин. Объект регулирования — турбогенератор (ТГ)—включает в себя турбину и генератор 1. Регулирующий орган б(б') изменяет скорость вращения вала турбины  $\omega$  и давления пара  $p$ , подаваемого на лопасти турбины; чувствительные элементы 2(2') (индукционный датчик и датчик давления пара) посылают на сравнивающие устройства 3(3') измеренные и преобразованные скорость вращения турбины  $\omega_0$  и давления пара  $p$ , откуда сигналы рассогласования  $\varepsilon_\omega$ ,  $\varepsilon_p$  попадают на усилительно-преобразующие устройства 4(4') и далее на исполнительные элементы 5(5'), перемещающие парораспределительные клапаны.

Физическая неоднородность этой САУ (объекта управления), гидроприводов, электромеханических преобразователей энергии, многочисленные местные обратные связи, сложная динамика процессов управления совпадают с аналогичными свойствами ранее рассмотренных САУ.



Обобщая характерные свойства САУ, рассмотренных в примерах, а также для широкого класса этих систем, можно выделить следующие их особенности:

1. Гетерогенность — физическая разнородность устройств и элементов, входящих в САУ.
2. Непрерывный динамический процесс их функционирования.
3. Многокритериальность условий их применения и работоспособности, при этом многие критерии противоречивы (точность и устойчивость, надежность и массогабаритные характеристики и т. д.).
4. Неопределенность задаваемых параметров и возмущающих воздействий, определяемая наличием не только внешних, но и внутренних «шумов», нестационарностью во времени параметров устройств САУ.
5. Внедрение микропроцессоров или управляющих ЦВМ в САУ.
6. Наличие нескольких контуров управления, многомерность САУ.

Эти основные свойства диктуют требования к проектированию и производству САУ как специфического класса технических систем. Серийное производство САУ является длительным дорогостоящим и весьма трудоемким процессом: от заказа на конкретную САУ до ее внедрения в виде готового изделия в промышленность для эксплуатации на объектах народного хозяйства. (см. рис.2)

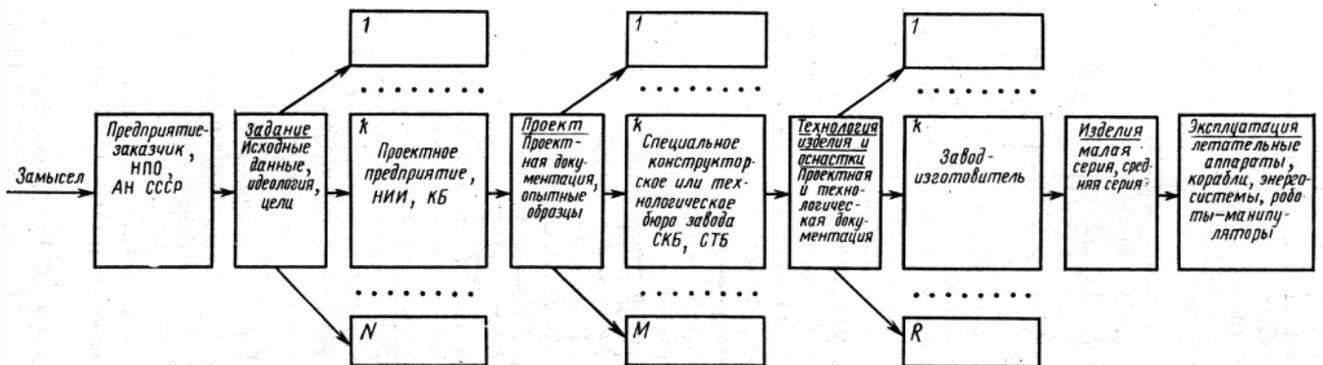


Рис.2 структурная схема проектирования и производства

Заказчик, которым может быть промышленное предприятие (научно-производственное объединение — НПО, научно-исследовательский институт, конструкторское бюро, Академия наук и другие предприятия), формирует, согласовывает и выдает заказ на САУ. Такой «заказ» содержит идею, исходные данные и обоснование будущего объекта. Например, спроектировать САУ турбогенератора транспортного судна типа контейнеровоза, имеющего массу  $15 \cdot 10^3$  т, движущегося со средней скоростью 9 м/с, и т.д.; спроектировать САУ шагающего робота (ШР), перемещающегося по твердой поверхности с препятствиями определенного характера, и т. д. Число исходных данных в задании может достигать многих десятков и даже сотен наименований.

Получение этого заказа к-й проектной организацией (НИИ и КБ) означает начало процесса проектирования.

*Проектирование* (от лат. *projectus* — «выдающийся вперед», «предварение») представляет собой процесс создания технической документации, опытных образцов и моделей объекта, необходимых и достаточных для его изготовления на заводе.

Как следует из самого определения, проектирование должно предвидеть прогресс техники и закладывать в проект структуры и параметры САУ, обеспечивающие превосходство проекта над имеющимися лучшими из известных в мировой практике аналогов.

Проектирование — один из древнейших видов человеческой деятельности — начиналось с создания кораблей, зданий, водопроводов, первых механизмов древних цивилизаций. В настоящее время проектирование как необходимый и весьма весомый этап создания промышленных объектов, подобно мосту, соединяет идею будущего изделия с его изготовлением в «металле» на заводе. Существует множество проектных организаций, в каждой из которых работает от нескольких сотен до тысяч проектировщиков. Усилиями проектировщиков разрабатываются принципиальные схемы, чертежи, конструкции, технологические маршруты и множество другой технической документации, которая совместно с изготовленными на опытном производстве этого проектного предприятия опытными образцами представляет проект изделия.

*Проект* поступает в специальное конструкторское и технологическое бюро (СКВ) к-го завода. В СКВ осуществляется технологическая подготовка производства. Суть подготовки состоит в том, чтобы в соответствии с проектом, а также в соответствии с производственной практикой, составом станков, оснастки и приспособлений конкретного к-го завода разработать технологические маршруты и карты последовательности рабочих операций изготовления деталей, их сборки, контроля и сдачи заказчику. На завод поступает *проектная и технологическая документация*, которая должна одновременно определить все необходимые для изготовления готового изделия рабочие операции, производимые оборудованием завода (станками, транспортом, приспособлениями, оснасткой) над заготовками, комплектующими изделиями и материалами, поступающими на «вход» завода вместе с указанной документацией. *Изготовленное на заводе* изделие подвергается многочисленным испытаниям, по результатам которых осуществляется коррекция практически всех предыдущих этапов. После приемки изделия заказчиком начинается серийное изготовление и «жизнь» изделия, его эксплуатация в соответствии с его назначением в народном хозяйстве.

Определив таким образом, место проектирования в общей схеме проектирования и производства, дополним введенные понятия основными определениями в области проектирования.

*Проектная процедура* — совокупность проектных операций над исходными данными, выполнение которых заканчивается проектным решением.

*Проектная операция* — действие или совокупность действий проектировщика, составляющих часть проектной процедуры и заканчивающихся получением фрагмента проектного решения.

*Проектное решение* — промежуточное или конечное описание объекта проектирования, необходимое и достаточное для завершения проектной процедуры.

*Проект* — совокупность проектных документов (технической документации) в соответствии с установленным Единой системой конструкторской и технологической документации (ЕСКД, ЕСТД) перечнем, а также опытный образец, в которых представлен результат проектирования.

*Средства проектирования* — это инструменты, орудия труда проектировщика: карандаш, бумага, макеты, чертежные столы, ЭВМ и внедряемые в настоящее время средства САПР.

### 1 Основы патентования

В большинстве стран мира, собственность понимается как исторически сложившиеся общественные отношения по присвоению или распределению материальных благ. Собственник может распоряжаться своей собственностью по своему усмотрению, например, продавая или передавая другим лицам в пользование или же имеет право распоряжаться вплоть до её уничтожения. Эти права собственности (собственника) регулируются или/и регламентируются государством.

Объект собственности представляет собой некоторый материальный предмет, а субъектом собственности может быть как отдельная личность, так и некоторый коллектив. В процессе развития творческой деятельности человечества возникла целая сфера собственности, получившая название интеллектуальная собственность. Интеллектуальной собственностью могут являться только результаты творческой деятельности отдельного человека или группы товарищей. Творческой деятельностью является такая интеллектуальная деятельность, которая завершается созданием нового творчески самостоятельного результата в области науки, техники, литературы и/или искусства. Во всех случаях признаками творческой деятельности является новизна или/и оригинальность. Интеллектуальная собственность подразделяется на два вида, а именно: промышленная собственность и литературно-художественная собственность. Владелец интеллектуальной собственности приобретает монопольное право на объекты своей собственности. Как правило, общество допускает эту монополию на определенный срок, по истечению которого монополия прекращается. На некоторые виды интеллектуальной собственности, такие как «ноу-хау», существует фактически неограниченная монополия. Промышленная собственность регламентируется и охраняется в нашей стране и в ряде других стран посредством патентного законодательства (права). Литературно-художественная собственность регламентируется авторским правом. Авторское право в России является одним из институтов гражданского права и в объективном смысле представляет собой совокупность правовых норм, регулирующих отношения в области создания произведений науки и искусства, а также порядка их использования. В субъективном смысле авторское право является совокупность личным имущественных и неимущественных прав, принадлежащих создателям или владельцам тех или иных произведений. В целях правовой охраны авторского права необходимо, чтобы результат творческой деятельности был воплощен в какой-либо материальной форме. Несмотря на то, что в области авторского права для возникновения авторских прав, официальная регистрация произведения не требуется, но все же обладатель произведения в праве засвидетельствовать нам своим произведением знак правовой охраны. Этот знак состоит из трех элементов: С, имя, год опубликования.

### 2 Патентное право

Патентное право в широком смысле представляет собой совокупность правовых норм, регулирующих имущественные и неимущественные отношения, возникающие в связи с признаками авторства и его охраны в области изобретений, полезных моделей и промышленных образцов путем установления режима их использования, материального и морального стимулирования и защиты прав авторов и патентообладателей. Право авторства является неотчуждаемым личным правом и охраняется бессрочно. Средством охраны изобретений и промышленным образцов является патент, а для полезных моделей и товарных знаков – свидетельство.

Патент – это документ, содержащий формулу изобретения, позволяющую установить объем правовой охраны и создающей такой правовой режим, когда запатентованный объект может быть использован с разрешения патентообладателя.

Патент устанавливает приоритет авторства изобретения, право на его использование, сроки действия этого патента. Действие охранных документов на различные виды промышленной собственности различные, определяются в лучшем случае национальным законодательством. В РФ патентное изобретение действует в течение 20 лет, с момента поступления в патентное ведомство.

### 3.4 Основные понятия международно-правовой патентной системы

1) Патенты выдаются на новые решения, относящиеся к области техники. Это означает, что на всякое техническое решение может быть получен патент, при условии, что до подачи заявки на

получение патента подобное техническое решение известно не было. Хронологической границей, разделяющей моменты «до и после» предъявления претензий на изобретение является, как правило, дата поступления заявки на выдачу патента в патентное ведомство или иной аналогичный, предусмотренный патентным законодательством, государственный орган. Тем самым в патентном законодательстве реализуется понятие приоритета, имеющее в патентной практике первостепенное значение.

2) Патентное право предоставляется патентообладателю исключительные права по использованию запатентованного объекта. Это означает, что патентообладатель и только он может производить запатентованный объект, продавать его, использовать его в своем производстве для улучшения и удешевления, или любым другим способом, не нарушающим законодательства данной страны. Нарушение этого правила, даже непреднамеренное, ведет к серьезным для нарушителя последствиям: обязательное возмещение потерпевшему материального ущерба, штрафы и иногда уголовное преследование. Одним из путей введения запатентованного изобретения в оборот является передача прав на патент (частично или полностью) третьим лицам за взаимосогласованное вознаграждение, т.е. продажа патентов или лицензий по ним, т.е. в данном случае объектом торга является не сам физический объект, а некоторая сумма прав на соответствующее техническое решение, не превышающая общего объема прав по патенту, установленному сторонами при заключении соответствующего соглашения. Таким образом, возникает новый вид товара, а именно патент как материализованный в том или ином физическом объекте продукт интеллектуальной деятельности человека.

3) Патентное законодательство является строго территориальным, т.е. действие каждого патента распространяется только в пределах того государства, патентное ведомство которого этот документ выдало.

4) Предоставление патентной охраны иностранцам. Подавляющее большинство стран мира предоставляет на основе взаимности патентную охрану изобретений иностранцам. Это означает, что в данной стране принимаются к патентованию изобретения граждан тех стран, которые также предоставляют патентную охрану гражданам данной страны. При этом иностранцы по характеру и сумме прав приравниваются к собственным гражданам. Под понятием «граждане страны» имеется ввиду как физические, так и юридические лица.

5) Объекты патентного права. В сферу патентного законодательства входят в первую очередь изобретения, также некоторые технические решения.

Изобретением признается отличающееся существенной новизной решение технической задачи в любой области народного хозяйства (общественного производства), дающее соответствующий положительный эффект.

Субъектами патентного права могут являться как отдельные физические лица или группа лиц, так и юридические лица.

## **1. 5.6 Основные положения законодательства РФ по изобретениям**

1) Критерий патентоспособности изобретения:

- новизна
- изобретательский уровень
- промышленная применимость

2) Объекты изобретения:

- устройство любого типа (т.е. конструктивное расположение элементов)
- способы выполнения технологических операций или производственных процессов
- вещества (совокупность химических элементов)
- штаммы микроорганизмов
- культура клеток животных и/или растений
- применение перечисленных выше объектов известных ранее по новому назначению

3) Форма экспертизы патентоспособности изобретения – *отсроченная*

4) Вид охранного документа – *патент*

5) Объем правовой охраны – определяется формулой изобретения.

6) Срок действия патента – определяется национальным законодательством. В РФ он составляет 20 лет, но с момента подачи заявки.

7) Пошлина за поддержание объекта – *ежегодная и прогрессивная*

8) Условия досрочного прекращения действия патента:

- признание патента недействительным
- на основании заявления патентообладателя
- неуплата в установленный срок государственной пошлины

9) Уступка патента и лицензирование. Патентообладатель может уступить патент любому физическому или юридическому лицу на основании соответствующего договора, зарегистрированного в патентном ведомстве. Патентообладатель может предоставить право пользования изобретением другим лицам путем оформления соответствующих лицензий.

### **7 Основные положения законодательства РФ по полезным моделям**

Полезные модели являются новым для Российского законодательства объектом правовой охраны. К полезным моделям (малым изобретениям), согласно п.1 ст.5 патентного закона РФ, относятся конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей.

1) Критерий патентоспособности

- новизна
- промышленная применимость

2) Объекты полезной модели: конструктивное исполнение средств производства и/или предметов потребления.

3) Система экспертизы – явочная (формальная)

4) Вид охранного документа: В связи с упрощенной процедурой выдачи охранного документа на полезную модель и пониженным стандартом требований к ее охраноспособности, охранный документ на полезную модель в патентном законе РФ называется свидетельством. По заявлению заявителя (либо по предложению патентного ведомства) возможны преобразования заявок на вид объекта промышленной собственности: заявка на изобретение может быть преобразована в заявку на полезную модель, но до момента публикации сведений по заявке на изобретение, либо заявка на полезную модель может быть преобразована в заявку на изобретение, но до момента принятия решения о выдаче свидетельства на полезную модель.

5) Объем правовой охраны: определяется формулой полезной модели.

6) Срок действия охранного документа (свидетельства): действует 5 лет с даты подачи заявки.

7) Продление срока действия свидетельства: допускается по заявлению обладателя в патентное ведомство, но не более чем на 3 года.

8) Пошлина за поддержание в силе охранного документа в силе: взимается ежегодно в прогрессивном размере.

9) Досрочное прекращение действия свидетельства на полезную модель: осуществляется по той же схеме, что и для изобретения.

10) Уступка и лицензирование полезных моделей: разрешены с учетом требований патентного законодательства РФ.

### **8 Формула изобретения (полезной модели) и ее особенности**

В области правовой охраны изобретательства первостепенное значение имеет формула изобретения, представляющая собой словесное выражение объективной сущности охраняемого объекта. Формула изобретения (ПМ) и только она определяет технические границы, в пределах которых действует право изобретателя и характеризует его творческий вклад в развитие техники. При этом само описание изобретения служит лишь для раскрытия смысла формулы и правовой силы не имеет. В разных странах формулы изобретений излагаются по-разному. Наиболее характерными являются две системы изложения: американская и немецкая.

В американской системе изобретение характеризуется в формуле путем простого перечисления его признаков, без подразделения их на известные и новые, поэтому формулу такого типа называют иногда номенклатурной или инвентарной. Согласно правилам американской патентной

практики, формула изобретения может быть изложена в нескольких пунктах, характеризующих различные модификации одного и того же изобретения, причем изложены они могут быть независимо друг от друга, так чтобы каждый из них полностью характеризовал соответствующую модификацию изобретения.

В немецкой системе формула изобретения излагается в виде краткой аннотации, характеризующей техническую сущность изобретения с выделением новизны изобретения, т.е. с указанием тех отличительных особенностей, которые ему присущи по сравнению с прототипом. Поэтому формулу, построенную по немецкой схеме, называют также формулой с выделенной новизной. В немецкой формуле допускаются также цели изобретения.

В российской патентной практике за основу принята немецкая схема изложения, однако которая также как и американская допускает наличие нескольких пунктов, но с тем отличием, что все эти пункты, начиная со второго, не имеют самостоятельного значения, а в техническом и правовом отношении зависят от первого или какого-либо из предыдущих пунктов формулы. Различные охраняемые модификации изобретения образуются путем комбинации первого пункта с любым сочетанием последующих.

### **9 Основные положения законодательства РФ по промышленным образцам**

Промышленный образец как объект правовой охраны впервые нашел свое отражение в российском законодательстве в 1924 году, и все последующие годы, за исключением 1936-1965 года, законодательство России предусматривало правовую охрану промышленных образцов. Этот объект имеет независимое положение среди остальных объектов собственности. Промышленный образец служит средством повышения потребительских свойств изделий, которые характеризуются соответствием его показателей, достижением мировой науки и техники с точки зрения надежности, экономичности и эргономики.

1) Критерий патентоспособности промышленных образцов:

- новизна
- оригинальность
- промышленная применимость

2) Объекты промышленных образцов – это художественно-конструкторское изделие, определяющее его внешний вид.

3) Система экспертизы – проверочная, т.е. нет ли уже раньше созданных одинаковых промышленных образцов (по внешнему виду).

4) Вид охранного документа – патент на промышленный образец.

5) Объем правовой охраны определяется совокупностью существенных признаков, отображенных на фотографии изделия.

6) Срок действия патента: 10 лет со дня регистрации заявки.

7) Продление срока действия патента: допускается на основании ходатайства в патентное ведомство, но не более, чем на 5 лет.

8) Пошлины за поддержание патента в силе: взимается ежегодно по определенной шкале.

9) Досрочное прекращение действия патента: по той же схеме, что и для изобретений.

10) Уступка и лицензирование: аналогично полезным моделям.

### **10 Положения о пошлинах за патентование изобретений, полезных моделей и промышленных образцов**

За патентование выше указанных объектов промышленной собственности взимаются патентные пошлины в следующем установленном порядке:

1) за подачу заявки на выдачу патента на изобретение взимается пошлина в размере двух минимальных размеров оплаты труда (МРОТ) и дополнительно 0,3 МРОТ за каждый пункт формулы свыше пяти.

2) за подачу заявки на выдачу свидетельства на полезную модель взимается пошлина в размере 1 МРОТ и дополнительно 0,1 МРОТ за каждый пункт формулы свыше пяти. Пошлина уплачивается и документ, подтверждающий уплату, предоставляется в течение 2-х месяцев с даты получения заявителем уведомления.

3) за внесение по инициативе заявителя дополнений, исправлений и уточнений в материале заявки после подачи ходатайства о досрочном проведении экспертизы или истечении 2-х месяцев с даты подачи заявки, взимается пошлина в размере 0,5 МРОТ. Если дополнения, изменения и уточнение материалов заявки предполагает включение в формулу пунктов, отсутствующих в ранее предложенной формуле, то дополнительно взимается пошлина в размере 0,3 МРОТ за каждый новый пункт формулы, при условии, если эти изменения предложены до подачи ходатайства о проведении экспертизы заявки по существу или 2,4 МРОТ за каждый новый, не заявленный, пункт формулы после подачи такого ходатайства. Если дополнения или изменения касаются пунктов формулы заявки на полезную модель, отсутствующих в ней ранее, то дополнительно взимается пошлина в размере 0,1 МРОТ за каждый новый пункт формулы.

4) за проведение экспертизы заявки по существу в отношении одного изобретения взимается пошлина в размере 3 МРОТ, а за проведение экспертизы заявки по существу в отношении группы изобретений 3 МРОТ и дополнительно 2,4 МРОТ за каждый новый пункт формулы.

5) за преобразование заявки на полезную модель в заявку на изобретение взимается пошлина в размере 0,6 МРОТ и дополнительно 0,2 МРОТ за каждый пункт формулы свыше пяти.

6) за преобразование заявки на изобретение в заявку на полезную модель взимается пошлина в размере 0,1 МРОТ.

Пошлина уплачивается и не ранее, чем за 3 месяца до подачи заявления на преобразование заявки. Документ, подтверждающий уплату пошлины, прилагается к заявлению.

### **11 Международная классификация изобретений (МКИ)**

В декабре 1954 года большинство стран мира подписали конвенцию о применении международной патентной классификации (МПК), которая в последствии приобрела название МКИ. Полная схема МКИ применяется с 1968 года, а в нашей стране введена в 1971 году. МКИ периодически пересматривается и настоящее время действует шестая редакция МКИ. Согласно методике МКИ, все объекты группируются в 8 основных разделах, обозначаемые заглавными буквами: А – удовлетворение жизненных потребностей человека; В – различные технологические процессы; С – химия и металлургия; D – текстиль и бумага; Е – строительство и горное дело; F – механика, освещение, отопление, двигатели и насосы, оружие и боеприпасы, взрывные работы; G – физика; H – электричество.

Все разделы делятся на классы, обозначаемые двузначными арабскими цифрами от 01 до 99 и присоединяются к группе раздела через интервал (А 01 ...А 99). Классы подразделяются на подклассы, которые обозначаются заглавными буквами латинского алфавита, начиная с В до Z, которые приписываются после номера класса. В свою очередь подклассы включают в себя группы, каждая из которых имеет числовые индексы. Каждая из них номеруется однозначным или двузначным числом, обычно нечетным, за которым следует косая черта с указанием подчиненной рубрики подгруппы: А 01 В 15/17

Для правильного использования МКИ применяются специальные классификаторы, где дается расшифровка соответствующих разделов МКИ.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

### Кибернетика – развитие, ее предмет и место кибернетики в системе наук

**Кибернетика** (от греч. *kybernetike* - искусство управления, от *kybernáo* - правлю рулём, управляю), наука об управлении, связи и переработке информации.

**Предмет кибернетики.** Основным объектом исследования в **Кибернетика** являются так называемые кибернетические системы. В общей (или теоретической) **Кибернетика** такие системы рассматриваются абстрактно, безотносительно к их реальной физической природе. Высокий уровень абстракции позволяет **Кибернетика** находить общие методы подхода к изучению систем качественно различной природы, например технических, биологических и даже социальных.

Абстрактная кибернетическая система представляет собой множество взаимосвязанных объектов, называемых элементами системы, способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться информацией. Примерами кибернетических систем могут служить разного рода автоматические регуляторы в технике (например, автопилот или регулятор, обеспечивающий поддержание постоянной температуры в помещении), электронные вычислительные машины (ЭВМ), человеческий мозг, биологические популяции, человеческое общество.

Элементы абстрактной кибернетической системы представляют собой объекты любой природы, состояние которых может быть полностью охарактеризовано значениями некоторого множества параметров. Для подавляющего большинства конкретных приложений **Кибернетика** оказывается достаточным рассматривать параметры двух родов. Параметры 1-го рода, называемые непрерывными, способны принимать любые вещественные значения на том или ином интервале, например на интервале от -1 до 2 или от -¥ до +¥. Параметры 2-го рода, называемые дискретными, принимают конечные множества значений, например значение, равное любой десятичной цифре, значения «да» или «нет» и т.п.

С помощью последовательностей дискретных параметров можно представить любое целое или рациональное число. Вместе с тем дискретные параметры могут служить и для оперирования величинами качественной природы, которые обычно не выражаются числами. Для этой цели достаточно перечислить и как-то обозначить (например, по пятибалльной системе) все различимые состояния соответствующей величины. Таким образом могут быть охарактеризованы и введены в рассмотрение такие факторы, как темперамент, настроение, отношение одного человека к другому и т.п. Тем самым область приложений кибернетических систем и **Кибернетика** в целом расширяется далеко за пределы строго «математизированных» областей знаний.

Состояние элемента кибернетической системы может меняться как самопроизвольно, так и под воздействием тех или иных входных сигналов, получаемых им извне (из-за пределов рассматриваемой системы), либо от других элементов системы. В свою очередь каждый элемент системы может формировать выходные сигналы, зависящие в общем случае от состояния элемента и воспринимаемых им в рассматриваемый момент времени входных сигналов. Эти сигналы либо передаются на др. элементы системы (служа для них входными сигналами), либо входят в качестве составной части в передаваемые за пределы системы выходные сигналы всей системы в целом.

Организация связей между элементами кибернетической системы носит название структуры этой системы. Различают системы с постоянной и переменной структурой. Изменения структуры задаются в общем случае как функция от состояний всех составляющих систему элементов и от входных сигналов всей системы в целом.

Таким образом, описание знаков функционирования системы задается тремя семействами функций: функций, определяющих изменения состояний всех элементов системы, функций, задающих их выходные сигналы, и, наконец, функций, вызывающих изменения в структуре системы. Система называется детерминированной, если все эти функции являются обычными (однозначными) функциями. Если же все эти функции, или хотя бы часть их, представляют собой случайные функции, то система носит название вероятностной, или стохастической. Полное описание

кибернетической системы получается, если к указанному описанию знаков функционирования системы добавляется описание её начального состояния, т. е. начальной структуры системы и начальных состояний всех её элементов.

**Классификация кибернетических систем.** Кибернетические системы различаются по характеру циркулирующих в них сигналов. Если все эти сигналы, равно как и состояние всех элементов системы, задаются непрерывными параметрами, система называется непрерывной. В случае дискретности всех этих величин говорят о дискретной системе. В смешанных, или гибридных, системах приходится иметь дело с обоими типами величин.

Разделение кибернетических систем на непрерывные и дискретные является до известной степени условным. Оно определяется глубиной проникновения в предмет, требуемой точностью его изучения, а иногда и удобством использования для целей изучения системы того или иного математического аппарата. Так, например, хорошо известно, что свет имеет дискретную, квантовую природу. Тем не менее, такие параметры, как величина светового потока, уровень освещенности и др. принято обычно характеризовать непрерывными величинами поскольку, постольку обеспечена возможность достаточно плавного их изменения. Другой пример - обычный проволочный реостат. Хотя величина его сопротивления меняется скачкообразно, при достаточной малости этих скачков оказывается возможным и удобным считать изменение непрерывным. Обратные примеры еще более многочисленны. Так, выделительная функция почки на обычном (неквантовом) уровне изучения является непрерывной величиной. Однако во многих случаях довольствуются пятибалльной характеристикой этой функции, рассматривая ее тем самым как дискретную величину. Более того, при любом фактическом вычислении значения непрерывных параметров приходится ограничиваться определенной точностью вычислений. А это означает, что соответствующая величина рассматривается как дискретная.

Последний пример показывает, что дискретный способ представления величин является универсальным способом, ибо имея в виду недостижимость абсолютной точности измерений, любые непрерывные величины сводятся в конечном счете к дискретным. Обратное сведение для дискретных величин, принимающих небольшое число различных значений, не может привести к удовлетворительным (с точки зрения точности представления) результатам и поэтому на практике не употребляется. Таким образом, дискретный способ представления величины является в определённом смысле более общим, чем непрерывный.

Разделение кибернетических систем на непрерывные и дискретные имеет большое значение с точки зрения используемого для их изучения математического аппарата. Для непрерывных систем таким аппаратом является обычно теория систем обыкновенных дифференциальных уравнений, для дискретных систем - *алгоритмов теория* и *автоматов теория*. Ещё одной базовой математической теорией, используемой как в случае дискретных, так и в случае непрерывных систем (и развивающейся соответственно в двух аспектах), является *информационная теория*.

Сложность кибернетических систем определяется двумя факторами. Первый фактор - это так называемая размерность системы, т. е. общее число параметров, характеризующих состояния всех её элементов. Второй фактор - сложность структуры системы, определяющаяся общим числом связей между ее элементами и их разнообразием. Простая совокупность большого числа не связанных между собой элементов с повторяющимися от элемента к элементу простыми связями, ещё не составляет сложной системы. Сложные (большие) кибернетические системы - это системы с описаниями, не сводящимися к описанию одного элемента и указанию общего числа таких (однотипных) элементов. При изучении сложных кибернетических систем, помимо обычного разбиения системы на элементы, используется метод укрупнённого представления систем в виде совокупности отдельных блоков, каждый из которых является отдельной системой. При изучении систем большой сложности употребляется целая иерархия подобных блочных описаний: на верхнем уровне такой иерархии вся система рассматривается как один блок, на нижнем уровне в качестве составляющих системы блоков выступают отдельные элементы системы.

Необходимо подчеркнуть, что само понятие элемента системы является до известной степени условным, зависящим от ставящихся при изучении системы целей и от глубины проникновения в предмет. Так, при феноменологическом подходе изучения мозга, когда предметом изучения

является не строение мозга, а выполняемые им функции, мозг может рассматриваться как один элемент, хотя и характеризуемый достаточно большим числом параметров. Обычный подход заключается в том, что в качестве составляющих мозг элементов выступают отдельные нейроны. При переходе на клеточный или молекулярный уровень каждый нейрон может, в свою очередь, рассматриваться как сложная кибернетическая система и т.д.

Если обмен сигналами между элементами системы полностью замыкается в ее пределах, то система называется изолированной или замкнутой. Рассматриваемая как один элемент, такая система не имеет ни входных, ни выходных сигналов. Открытые системы в общем случае имеют как входные, так и выходные каналы, по которым они обмениваются сигналами с внешней средой. Предполагается, что всякая открытая кибернетическая система снабжена рецепторами (датчиками), воспринимающими сигналы из внешней среды и предающими их внутрь системы. В случае, когда в качестве рассматриваемой кибернетической системы выступает человек, такими рецепторами являются различные органы чувств (зрение, слух, осязание и др.). Выходные сигналы системы передаются во внешнюю среду через посредство эффекторов (исполнительных механизмов), в качестве которых в рассматриваемом случае выступают органы речи, мимика, руки и др.

Поскольку каждая система сигналов, независимо от того, формируется она разумными существами или объектами и процессами неживой природы, несет в себе ту или иную информацию, то всякая открытая кибернетическая система, равно как и элементы любой системы (открытой или замкнутой), может рассматриваться как преобразователь информации. При этом понятие информации рассматривается в очень общем смысле, близком к физическому понятию энтропии (см. *Информация* в кибернетике).

**Кибернетический подход к изучению объектов различной природы.** Рассмотрение различных объектов живой и неживой природы как преобразователей информации или как систем, состоящих из элементарных преобразователей информации, составляет сущность так называемого кибернетического подхода к изучению этих объектов. Этот подход (равно как и подход со стороны др. фундаментальных наук - механики, химии и тому подобное) требует определенного уровня абстракции. Так, при кибернетическом подходе к изучению мозга как системы нейронов обычно отвлекаются от их размеров, формы, химического строения и др. Предметом изучения становятся состояния нейронов (возбужденное или нет), вырабатываемые ими сигналы, связи между нейронами и законы изменения их состояний.

Простейшие преобразователи информации могут осуществлять преобразование информации лишь одного определённого вида. Так, например, исправный дверной звонок при нажатии кнопки (рецептора) отвечает всегда одним и тем же действием - звонком или гудением зуммера. Однако, как правило, сложные кибернетические системы обладают способностью накапливать информацию в той или иной форме и в зависимости от этого менять выполняемые ими действия (преобразование информации). По аналогии с человеческим мозгом подобное свойство кибернетических систем называют иногда памятью.

«Запоминание» информации в кибернетических системах может производиться двумя основными способами - либо за счет изменения состояний элементов системы, либо за счет изменения структуры системы (возможен, разумеется, смешанный вариант). Между этими двумя видами «памяти» по существу нет принципиальных различий. В большинстве случаев это различие зависит лишь от принятого подхода к описанию системы. Например, одна из современных теорий объясняет долговременную память человека изменениями проводимости синаптических контактов, т. е. связей между отдельными составляющими мозг нейронами. Если в качестве элементов, составляющих мозг, рассматриваются лишь сами нейроны, то изменение синаптических контактов следует рассматривать как изменение структуры мозга. Если же наряду с нейронами в число составляющих мозг элементов включить и все синаптические контакты (независимо от степени их проводимости), то рассматриваемое явление сведется к изменению состояния элементов при неизменной структуре системы.

**ЭВМ как преобразователи информации.** Из числа сложных технических преобразователей информации наибольшее значение для **Кибернетика** имеют ЭВМ. В более простых вычислительных машинах - цифровых электромеханических или аналоговых - перенастройка на различ-

ные задачи осуществляется с помощью изменения системы связей между элементами на специальной коммутационной панели. В современных универсальных ЭВМ такие изменения производятся с помощью «запоминания» машиной в специальном устройстве, накапливающем информацию, той или иной программы её работы.

В отличие от аналоговых машин, оперирующих с непрерывной информацией, современные ЭВМ имеют дело с дискретной информацией. На входе и выходе ЭВМ в качестве такой информации могут выступать любые последовательности десятичных цифр, букв знаков препинания и др. символов. Внутри машины эта информация обычно представляется (или, как говорят, кодируется) в виде последовательности сигналов, принимающих лишь два различных значения.

В то время как возможности аналоговых машин (равно как и любых других искусственно созданных устройств) ограничены преобразованиями строго ограниченных типов, современные ЭВМ обладают свойством универсальности. Это означает, что любые преобразования буквенно-цифровой информации, которые могут быть определены произвольной конечной системой правил любой природы (арифметических, грамматических и др.) могут быть выполнены ЭВМ после введения в нее составленной должным образом программы. Эта способность ЭВМ достигается за счет универсальности ее системы команд, т. е. элементарных преобразований информации, которые закладываются в структуру ЭВМ. Подобно тому, как из одних и тех же деталей собираются любые дома, из элементарных преобразований могут складываться любые, сколь угодно сложные преобразования буквенно-цифровой информации. Программа ЭВМ как раз и представляет собой последовательность таких элементарных преобразований.

Свойство универсальности ЭВМ не ограничивается одной лишь буквенно-цифровой информацией. Как показывается в теории кодирования, в буквенно-цифровой (и даже просто цифровой) форме может быть представлена (закодирована) любая дискретная информация, а также - с любой заданной степенью точности - произвольная непрерывная информация. Таким образом, современные ЭВМ могут рассматриваться как универсальные преобразователи информации. Другим известным примером универсального преобразователя информации (хотя и основанного на совершенно иных принципах) является человеческий мозг.

Свойство универсальности современных ЭВМ открывает возможность моделирования с их помощью любых др. преобразователей информации, в том числе любых мыслительных процессов. Такая возможность ставит ЭВМ в особое положение: с момента своего возникновения они представляют основное техническое средство, основной аппарат исследования, которым располагает

**Кибернетика**

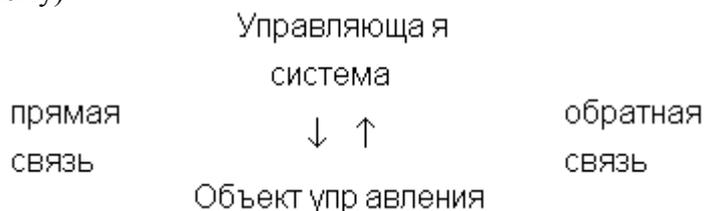
**Управление в кибернетических системах.** В рассмотренных до сих пор случаях изменение поведения ЭВМ определялось человеком, меняющим программы ее работы. Можно, однако составить программу изменения программы работ ЭВМ и организовать ее общение с внешней средой через соответствующую систему рецепторов и эффекторов. Таким образом, можно моделировать различные формы изменения поведения и развития, наблюдающиеся в сложных биологических и социальных системах. Изменение поведения сложных кибернетических систем есть результат накопления обработанной соответствующим образом информации, которую эти системы получили в прошлом.

В зависимости от формы, в которой происходит «запоминание» информации, различают два основных типа изменения поведения систем - самонастройку и самоорганизацию. В самонастраивающихся системах накопление опыта выражается в изменении значений тех или иных параметров, в самоорганизующихся - в изменении структуры системы. Как указывалось выше, это различие является до некоторой степени условным, зависящим от способа разбиения системы на элементы. На практике обычно самонастройка связывается с изменениями относительно небольшого числа непрерывных параметров. Что же касается глубоких изменений структуры рабочих программ ЭВМ (которые можно трактовать как изменения состояний большого числа дискретных элементов памяти), то их более естественно рассматривать как пример самоорганизации.

Целенаправленное изменение поведения кибернетических систем происходит при наличии управления. Цели управления сильно меняются в зависимости от типа систем и степени их сложности. В простейшем случае такой целью может быть поддержание постоянства значения того или

иного параметра. Для более сложных систем в качестве целей возникают задачи приспособления к меняющейся среде и даже познания законов таких изменений.

Наличие управления в кибернетической системе означает, что её можно представить в виде двух взаимодействующих блоков - объекта управления и управляющей системы. Управляющая система по каналам прямой связи через соответствующее множество эффекторов передает управляющие воздействия на объект управления. Информация о состоянии объекта управления воспринимается с помощью рецепторов и передаётся по каналам обратной связи в управляющую систему (см. схему)



Описанная система с управлением может, как и всякая кибернетическая система, иметь также каналы связи (с соответствующими системами рецепторов и эффекторов) с окружающей средой. В простейших случаях среда может выступать как источник различных помех и искажений в системе (чаще всего в канале обратной связи). В задачу управляющей системы входит тогда фильтрация помех. Особо важное значение эта задача приобретает при дистанционном (телемеханическом) управлении, когда сигналы передаются по длинным каналам связи. Основной задачей управляющей системы является такое преобразование поступающей в систему информации и формирование таких управляющих воздействий, при которых обеспечивается достижение (по возможности наилучшее) целей управления. По виду таких целей и характеру функционирования управляющей системы различают следующие основные типы управления.

Одним из простейших видов управления является т.н. программное управление. Цель такого управления состоит в том, чтобы выдать на объект управления ту или иную строго определенную последовательность управляющих воздействий. Обратная связь при таком управлении отсутствует. Наиболее простым примером подобного программного управления является светофор-автомат, переключение которого происходит в заданные заранее моменты времени. Более сложное управление светофором (при наличии счетчиков подъезжающих машин) может включать простейший «пороговый» сигнал обратной связи: переключение светофора происходит всякий раз, когда количество ждущих автомашин превысит заданную величину.

Весьма простым видом управления является также классическое авторегулирование (см. Автоматическое управление), цель которого состоит в поддержании постоянного значения того или иного параметра (или нескольких независимых параметров). Примером может служить система автоматического регулирования температуры воздуха в помещении: специальный термометр-датчик измеряет температуру воздуха  $T$ , управляющая система сравнивает эту температуру с заданной величиной  $T_0$  и формирует управляющее воздействие  $-k(T - T_0)$  на задвижку, регулирующую приток тёплой воды в батареи центрального отопления. Знак минус при коэффициенте  $k$  означает, что регулирование происходит по закону отрицательной обратной связи, а именно: при увеличении температуры  $T$  выше установленного порога  $T_0$  приток тепла уменьшается, при её падении ниже порога - возрастает. Отрицательная обратная связь необходима для обеспечения устойчивости процесса регулирования. Устойчивость системы означает, что при отклонении от положения равновесия (когда  $T = T_0$ ) как в одну, так и в другую сторону система стремится автоматически восстановить это равновесие. При простейшем предположении о линейном характере зависимости между управляющим воздействием и скоростью притока тепла в помещение работа такого регулятора описывается дифференциальным уравнением  $dT/dt = -k(T - T_0)$ , решением которого служит функция  $T = T_0 + d \cdot e^{-kt}$ , где  $d$  - отклонение температуры  $T$  от заданной величины  $T_0$  в начальный момент времени. Поскольку рассмотренная система описывается линейным дифференциальным уравнением 1-го порядка, она носит название линейной системы 1-го порядка. Более сложным поведением обладают линейные системы 2-го и более высоких порядков и особенно нелинейные системы.

Возможны системы, в которых принцип программного управления комбинируется с задачей регулирования в смысле поддержания устойчивого значения той или иной величины. Так, например, в описанный регулятор комнатной температуры может быть встроено программное устройство, меняющее значение регулируемого параметра. Задачей такого устройства может быть, скажем, поддержание температуры  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в дневное время и снижение её до  $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$  в ночные часы. Функция простого регулирования перерастает здесь в функцию слежения за значением программно изменяемого параметра.

В более сложных следящих системах задача состоит в поддержании (возможно более точном) некоторой фиксированной функциональной зависимости между множеством самопроизвольно меняющихся параметров и заданным множеством регулируемых параметров. Примером может служить система, непрерывно сопровождающая лучом прожектора маневрирующий произвольным образом самолет.

В т. н. системах *оптимального управления* основной целью является поддержание максимального (или минимального) значения некоторой функции от двух групп параметров, называемой критерием оптимального управления. Параметры первой группы (внешние условия) меняются независимо от системы, параметры второй группы являются регулируемыми, т. е. их значения могут меняться под воздействием управляющих сигналов системы.

Простейший пример оптимального управления снова даёт задача регулирования температуры комнатного воздуха при дополнительном условии учёта изменений его влажности. Величина температуры воздуха, дающая ощущение наибольшего комфорта, зависит от его влажности. Если влажность всё время меняется, а система может управлять лишь изменением температуры, то естественно в качестве цели управления поставить задачу поддержания температуры, которая давала бы ощущение наибольшего комфорта. Это и будет задача оптимального управления. Системы оптимального управления имеют большое значение в задачах управления экономикой.

В простейшем случае оптимальное управление может сводиться к задаче поддержания наибольшего (или наименьшего) возможного при заданных условиях значения регулируемого параметра. В этом случае говорят о системах экстремального регулирования.

В случае, когда нерегулируемые параметры в системе оптимального управления на том или ином отрезке времени меняются, функция системы сводится к поддержанию таких постоянных значений регулируемых параметров, которые обеспечивают максимизацию (или минимизацию) соответствующего критерия оптимального управления. Здесь, как и в случае обычного регулирования, возникает задача устойчивости управления. При проектировании относительно несложных систем подобная устойчивость достигается за счет соответствующего выбора параметров проектируемой системы. В более сложных случаях, когда количество возмущающих воздействий и размерность системы очень велики, иногда оказывается удобным для достижения устойчивости прибегать к самонастройке и самоорганизации систем. При этом некоторая часть параметров, определяющая характер существующих в системе связей, не фиксируется заранее и может изменяться системой в процессе ее функционирования. Система имеет специальный блок, регистрирующий характер переходных процессов в системе при выведении ее из равновесия. При обнаружении неустойчивости переходного процесса система меняет значения параметров связей, пока не добьётся устойчивости. Системы такого рода принято называть ультраустойчивыми.

При большом числе изменяемых параметров связей случайный поиск устойчивых режимов может занимать слишком много времени. В таком случае применяются те или иные способы ограничения случайного перебора, например разбиение параметров связей на группы и осуществление перебора лишь внутри одной группы (определяемой по тем или иным признакам). Такого рода системы называют обычно мультиустойчивыми. Большое разнообразие ультраустойчивых и мультиустойчивых систем дает биология. Примером может служить система регулирования температуры крови у человека и теплокровных животных.

Задача группировки внешних воздействий, необходимая для успешного выбора способа самонастройки в мультиустойчивых системах, входит в число задач узнавания, или, иначе, задач *распознавания образов*. Для определения типа поведения (способа управления) у человека особую роль играют зрительные и звуковые образы. Возможность их распознавания и объединения в те

или иные классы позволяет человеку создавать абстрактные понятия, являющиеся неперенным условием сознательного познания действительности и началом абстрактного мышления. Абстрактное мышление позволяет создавать в управляющей системе (в данном случае в человеческом мозге) модели различных процессов, осуществлять с их помощью экстраполяцию действительности и определять свои действия на основе такой экстраполяции.

Таким образом, на высших уровнях иерархии управляющих систем задачи управления оказываются тесно переплетенными с задачами познания окружающей действительности. В чистом виде эти задачи проявляются в абстрактных познающих системах, также являющихся одним из классов кибернетических систем.

Существенное место в **Кибернетика** занимает *надёжности теория* кибернетических систем. Её задачей является разработка методов построения систем, обеспечивающих правильное функционирование систем при выходе из строя части их элементов, разрыве тех или иных связей и др. возможных случайных сбоях или неисправностях.

**Методы кибернетики.** Имея в качестве основного объекта исследования кибернетические системы, **Кибернетика** использует для их изучения три принципиально различных метода. Два из них - математико-аналитический и экспериментальный - широко применяются и в др. науках. Сущность первого состоит в описании изучаемого объекта в рамках того или иного математического аппарата (например, в виде системы уравнений) и последующего извлечения различных следствий из этого описания путем математической дедукции (например, путем решения соответствующей системы уравнений). Сущность второго метода состоит в проведении различных экспериментов либо с самим объектом, либо с его реальной физической моделью. В случае уникальности исследуемого объекта и невозможности существенного влияния на него (как, например, в случае Солнечной системы или процесса биологической эволюции) активный эксперимент переходит в пассивное наблюдение.

Одним из важнейших достижений **Кибернетики** является разработка и широкое использование нового метода исследования, получившего название математического (машинного) эксперимента, или математического моделирования. Смысл его состоит в том, что эксперименты производятся не с реальной физической моделью изучаемого объекта, а с его описанием. Описание объекта вместе с программами, реализующими изменения характеристик объекта в соответствии с этим описанием, помещается в память ЭВМ, после чего становится возможным проводить с объектом различные эксперименты: регистрировать его поведение в тех или иных условиях, менять те или иные элементы описания и тому подобное. Огромное быстродействие современных ЭВМ зачастую позволяет моделировать многие процессы в более быстром темпе, чем они происходят в действительности.

Первым этапом математического моделирования является разбиение изучаемой системы на отдельные блоки и элементы и установление связей между ними. Эту задачу решает так называемый системный анализ. В зависимости от целей исследования глубина и способ такого разбиения могут варьироваться. В этом смысле системный анализ представляет собой скорее искусство, чем точную науку, ибо при анализе действительно сложных систем приходится априори отбрасывать несущественные (с точки зрения поставленной цели) детали и связи.

После разбиения системы на части и характеристики их теми или иными множествами параметров (количественных или качественных) для установления связи между ними привлекают обычно представителей различных наук. Так, при системном анализе человеческого организма типичные связи имеют следующую форму: «При переходе органа  $A$  из состояния  $k_1$  в состояние  $k_2$  и сохранении органа  $B$  в состоянии  $M$  орган  $C$  через  $N$  месяцев с вероятностью  $p$  перейдет из состояния  $n_1$  в состояние  $n_2$ ». В зависимости от вида органов, к которым относится указанное высказывание, оно может быть сделано эндокринологом, кардиологом, терапевтом и др. специалистами. В результате их совместной работы возникает комплексное описание организма, представляющее искомую математическую модель.

Так называемые системные программисты переводят эту модель в машинное представление, программируя одновременно средства, необходимые для экспериментов с ней. Проведение самих экспериментов и получение различных выводов из них составляют предмет *операций иссле-*

дования. Впрочем, исследователи операций в случае, когда это оказывается возможным, могут применить дедуктивно-математические построения и даже воспользоваться натурными моделями всей системы или ее отдельных частей. Задача построения натуральных моделей, равно как и задача проектирования и изготовления различных искусственных кибернетических систем, относится к области системотехники

**Историческая справка.** Первым, кто применил термин **Кибернетика** для управления в общем смысле, был по-видимому, древнегреческий философ Платон. Однако реальное становление **Кибернетика** как науки произошло много позже. Оно было предопределено развитием технических средств управления и преобразования информации. Ещё в средние века в Европе стали создавать так называемые андройды - человекоподобные игрушки, представляющие собой механические, программно управляемые устройства.

Первые промышленные регуляторы уровня воды в паровом котле и скорости вращения вала паровой машины были изобретены И.И. Ползуновым (Россия) и Дж. Уаттом (Англия). Во 2-й половине 19 в. требовалось построение все более совершенных автоматических регуляторов. Наряду с механическими блоками в них всё чаще начинают применяться электромеханические и электронные блоки. Большую роль в развитии теории и практики автоматического регулирования сыграло изобретение в начале 20 в. дифференциальных анализаторов, способных моделировать и решать системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Они положили начало быстрому развитию аналоговых вычислительных машин и их широкому проникновению в технику.

Немалое влияние на становление **Кибернетика** оказали успехи нейрофизиологии и особенно классические труды И. П. Павлова по условным рефлексам. Можно отметить также оригинальные работы украинского учёного Я. И. Грдины по динамике живых организмов.

В 30-х гг. 20 в. все большее влияние на становление **Кибернетика** начинает оказывать развитие теории дискретных преобразователей информации. Два основных источника идей и проблем направляли это развитие. Во-первых, задача построения оснований математики. Еще в середине прошлого века Дж. Буль заложил основы современной математической логики. В 20-е гг. 20 в. были заложены основы современной теории алгоритмов. В 1934 **Кибернетика** Гёдель показал ограниченность возможностей замкнутых познающих систем. В 1936 А. М. Тьюринг описал гипотетический универсальный преобразователь дискретной информации, получивший впоследствии назв. Тьюринга машины. Эти два результата, будучи полученными в рамках чистой математики, оказали и продолжают оказывать огромное влияние на становление основных идей **Кибернетика**.

Вторым источником идей и проблем **Кибернетика** служила практика создания реальных дискретных преобразователей информации. Простейший механический арифмометр был изобретён Б. Паскалем (Франция) ещё в 17 в. Лишь в 19 в. Ч. Беббидж (Англия) предпринял первую попытку создания автоматического цифрового вычислителя - прообраза современной ЭВМ. К началу 20 века были созданы первые образцы электромеханических счетно-аналитических машин, позволивших автоматизировать простейшие преобразования дискретной информации. Резкое усиление интереса к теории дискретных преобразователей информации в 30-х гг. было обусловлено необходимостью создания сложных релейно-контактных устройств, прежде всего для нужд автоматических телефонных станций. В 1938 **Кибернетика** Шеннон (США), а в 1941 В. И. Шестаков (СССР) показали возможность использования для синтеза и анализа релейно-контактных схем аппарата математической логики. Тем самым было положено начало развитию современной теории автоматов.

Решающее значение для становления **Кибернетика** имело создание в 40-х гг. 20 в. электронных вычислительных машин (Дж. фон Нейман и др.). Благодаря ЭВМ возникли принципиально новые возможности для исследования и фактического создания действительно сложных управляющих систем. Оставалось объединить весь полученный к этому времени материал и дать название новой науке. Этот шаг был сделан Н. Винером, опубликовавшим в 1948 свою знаменитую книгу «Кибернетика».

## Простейшие автоматические устройства

С автоматическими устройствами, реагирующими на освещенность и температуру, мы уже познакомились. Они могут использоваться в различных моделях и приборах. Например, фотореле применяют в электронном тире, в кибернетических «черепках», осуществляющих поиск источника света, в учебном счетчике-секундомере, управляемом двумя фотодатчиками, и во многих других случаях.

Прежде чем перейти к рассмотрению электронных самоделок, попробуем разобраться в некоторых закономерностях автоматических устройств, с которыми вы уже, наверное, познакомились на уроках технического труда. Примеры их может привести каждый — это автоматы для продажи газированной воды или железнодорожных билетов, автоматическая телефонная станция (АТС), автоматический предохранитель (электрическая пробка), автоматический пропускной пункт в метро и т. д. Все названные устройства, несмотря на их различие в назначении и принципе действия, являются «самодействующими», именно так переводится с греческого слово «автомат».

Автоматы появились еще в глубокой древности. Они, например, использовались египетскими жрецами для укрепления веры в божественные «чудеса». Сейчас не надо быть мудрым жрецом, чтобы построить самому «хитрый» и полезный автомат, например электронное сторожевое устройство. Первые автоматы, естественно, были механическими. Большую известность получили куклы — автоматы, искусно имитирующие довольно сложные человеческие действия. Известны, например, механические пиесец и музыкант. Внутри этих автоматов находится хитроумный часовой механизм со множеством шестеренок, рычагов, пружин и других механических деталей. Интересным, очень распространенным в недавнем прошлом автоматом являются часы-ходики с «кукушкой». В них каждый час открывается дверца домика, из которого появляется «кукушка». Механическое устройство моделирует звуки «ку-ку», которые, выражаясь техническим языком, являются звуковым индикатором показаний часов.

Механические автоматические устройства и сейчас широко применяют в технике. Например, в кастрюле-«скороварке» клапан, выполненный в виде стальной пробки, автоматически открывается, если давление превысит заданное значение. Как только оно понизится до допустимой величины, клапан автоматически закрывается. Регулировка давления паров в кастрюле осуществляется очень просто — путем подбора массы клапана. Широкое применение имеют и электромеханические устройства автоматики, например регулятор температуры (терморегулятор) в утюге. Чувствительным органом, реагирующим на температуру, является специальная пластинка, имеющая два слоя металлов, по-разному расширяющихся при нагревании (рис. 98). С ростом температуры пластинка, которая называется биметаллической (приставка «би» означает «два»), начинает изгибаться так, что металл, который расширяется больше, оказывается на внешней стороне дуги и, следовательно, металл с меньшим расширением — на внутренней ее стороне. Нагреватель утюга включается в сеть через контакты, находящиеся на биметаллической пластинке.

По мере нагревания пластинка изгибается и при определенной температуре цепь спирали нагревателя разрывается. При охлаждении пластинка выпрямляется и замыкает цепь нагревателя. Далее процессы повторяются. Регулировка температуры заключается в предварительном изгибе пластинки, который осуществляется при повороте ручки регулятора. Если нужна небольшая температура, например для глажки искусственного шелка, то пластинка предварительно изгибается так, что достаточно небольшого дополнительного изгиба от нагревания, чтобы цепь разорвалась.

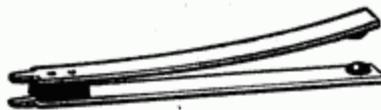


Рис. Биметаллическая пластинка

Терморегуляторы, подобные терморегуляторам в утюге, используются в некоторых типах электрорадиаторов и электроплиток. В электроплитах, грелках и в автоматических пробках биметаллическая пластинка используется для защиты устройств от перегрева. В холодильнике тоже используется электромеханический терморегулятор, только другого типа, отличающийся большей чувствительностью.

Сравним теперь два регулятора: механический в «скороварке» и электромеханический в утюге. Что у них общего? В каждом есть чувствительный орган, реагирующий на регулируемую величину (датчик), задающий орган, определяющий значение регулируемой величины, и объект управления — давление пара в кастрюле и температура рабочей поверхности утюга. На этих хорошо известных автоматах мы подробно остановились, потому, что подобные по назначению блоки имеются и в электронных автоматических устройствах.

Прежде чем перейти к их рассмотрению, обратим ваше внимание на одну характерную особенность механических, электромеханических и электронных автоматов. Если внимательно рассмотреть работу регулятора давления «скороварки», часы-«кукушку» или какую-нибудь заводную игрушку, например прыгающего «воробья», то можно понять их работу, руководствуясь, как говорят, здравым смыслом, т. е. без специальных знаний. Труднее будет понять работу терморегулятора утюга, так как нужно будет знать свойства биметаллической пластинки и правила составления электрических цепей, и совсем невозможно без физических знаний понять работу такого простого в изготовлении устройства, как, например, фотореле. В электронике также



Рис. 99. Структурная схема автоматического устройства

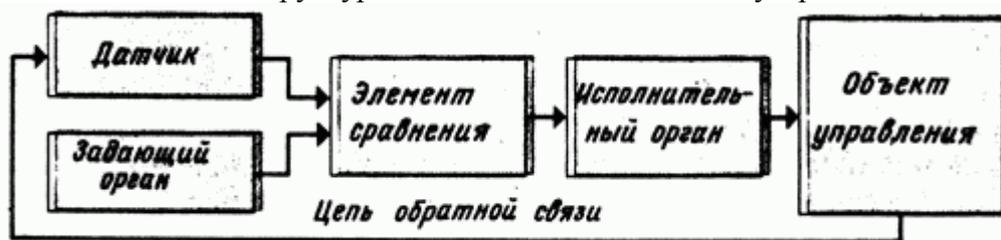


Рис. Структурная схема автоматического регулирования

нужна смекалка, но она должна основываться на знаниях, иначе ровным счетом ничего не получится. Именно поэтому, прежде, чем перейти к знакомству с самыми простыми автоматическими устройствами, нам пришлось изучить работу основных радиоэлементов, типовых электронных цепей и устройств. Зато сейчас открывается простор не только для сознательного повторения электронных самоделок, но и для самостоятельного их конструирования. Соединяя известные элементы и цепи по своему усмотрению, вы сможете создавать новые электронные устройства. Такой «свободы действий» конструктору, особенно начинающему, не могут предоставить ни механические, ни электромеханические объекты.

Итак, перейдем, наконец, к электронике. Простейшие электронные автоматы — различные реле, реагирующие на освещенность, температуру, влажность, давление и другие физические величины, — состоят из трех основных частей: датчика, усилителя и исполнительного устройства (рис. 99). В фотореле в качестве датчика использовался фоторезистор, усилитель содержал один транзистор, исполнительным устройством являлось электромагнитное реле. Если использовать чувствительное электромагнитное реле, то можно исключить усилитель, в этом случае реле будет срабатывать непосредственно от фототока датчика. Более сложные электронные устройства, предназначенные для автоматического регулирования, содержат дополнительно следующие узлы и цепи: задающий орган, элемент сравнения, объект управления и цепь обратной связи.

Структурная схема автоматического регулятора показана на рисунке 100. Важной его частью является цепь обратной связи, благодаря которой автомат «узнает» о результатах своей «деятельности», и, если надо, вносит коррективы.

Рассмотрим в качестве примера электронный автоматический регулятор температуры воды в аквариуме, структурная схема которого показана на рисунке 101. С помощью задающего, органа,

в качестве которого служит переменный резистор, устанавливается определенное значение температуры воды. Датчиком температуры является полупроводниковый терморезистор, помещенный в воду. Он, как и задающее устройство, включен в мост сопротивлений, являющийся в данном случае элементом сравнения. Электрический сигнал с элемента сравнения подается на усилитель, с него на электромагнитное реле, которое включает электролампу — нагреватель. По мере нагрева воды уменьшается сопротивление терморезистора; когда оно достигнет значения, определенного задающим органом, то на элементе сравнения появляется сигнал, вызывающий отключение нагревателя. После этого вода будет охлаждаться, сопротивление термодатчика станет возрастать до тех пор, пока не появится сигнал, вызывающий включение нагревателя. Далее процессы повторяются.

Структурная схема автоматического регулятора показана на рисунке 100. Важной его частью является цепь обратной связи, благодаря которой автомат «узнает» о результатах своей «деятельности», и, если надо, вносит коррективы.

Рассмотрим в качестве примера электронный автоматический регулятор температуры воды в аквариуме, структурная схема которого показана на рисунке 101. С помощью задающего органа, в качестве которого служит переменный резистор, устанавливается определенное значение температуры воды. Датчиком температуры является полупроводниковый терморезистор, помещенный в воду. Он, как и задающее устройство, включен в мост сопротивлений, являющийся в данном случае элементом сравнения. Электрический сигнал с элемента сравнения подается на усилитель, с него на электромагнитное реле, которое включает электролампу — нагреватель. По мере нагрева воды уменьшается сопротивление терморезистора; когда оно достигнет значения, определенного задающим органом, то на элементе сравнения появляется сигнал, вызывающий отключение нагревателя. После этого вода будет охлаждаться, сопротивление термодатчика станет возрастать до тех пор, пока не появится сигнал, вызывающий включение нагревателя. Далее процессы повторяются.

Покажем теперь, как работает электронное устройство, предназначенное для автоматического отсчета заданных интервалов

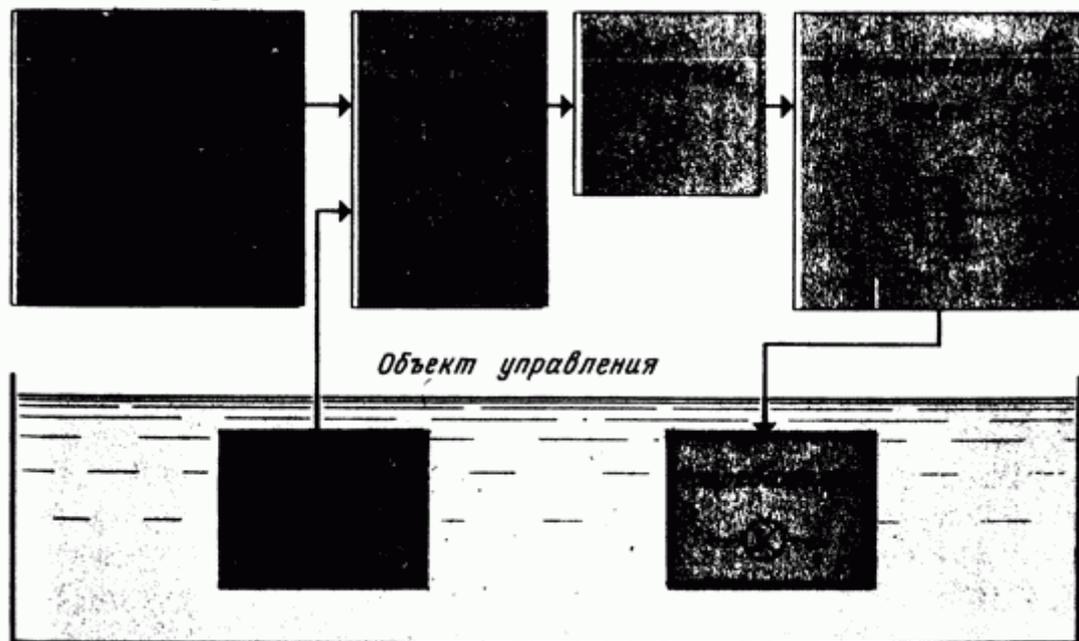


Рис. Структурная схема автомата для поддержания температуры воды на заданном уровне

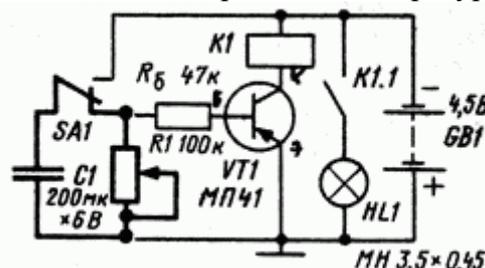


Рис. Простая схема реле времени

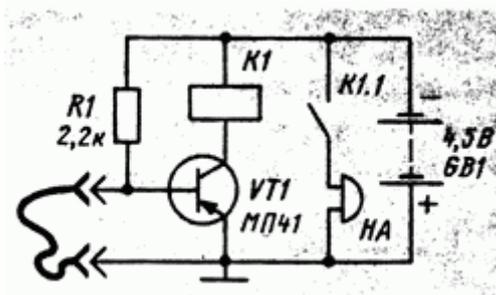


Рис. Простейшая схема охранной сигнализации

времени. Подобная задача возникает, например, при фотопечати, когда электрическую лампу фотоувеличителя нужно включать на строго определенное время. Особенно необходим такой автомат, когда изготавливается много отпечатков с одного и того же негатива. Реле времени (см. рис. 102) состоит из датчика и однокаскадного транзисторного усилителя. В качестве датчика времени используется конденсатор, разряжающийся через переменное сопротивление. Заряд конденсатора <sup>1</sup> происходит практически мгновенно при соединении переключателем <sup>2</sup> его обкладок с источником питания. При переводе переключателя <sup>3</sup> в другое положение конденсатор начинает разряжаться по цепи с переменным резистором <sup>4</sup> и через входную цепь транзисторного усилителя. Транзистор при подаче на его базу потенциала <sup>5</sup>, до которого заряжается обкладка конденсатора, открывается, что приводит к срабатыванию электромагнитного реле. Его контакты включают нагрузку, начинается выдержка времени. По мере разряда конденсатора, скорость которого зависит от сопротивления резистора <sup>6</sup> уменьшается прямое напряжение перехода эмиттер — база и транзистор начинает закрываться. В определенный момент времени ток коллектора транзистора станет равным току отпускателя реле, его контакты разомкнутся и цепь нагрузки разорвется. Время между моментом замыкания и размыкания контактов и есть выдержка времени.

В приведенной схеме используется чувствительное электромагнитное реле, ток срабатывания которого равен нескольким миллиамперам. Чем он меньше, тем больше диапазон изменения выдержек, так как при меньшем напряжении на конденсаторе ток коллектора будет достаточен для удержания якоря реле в притянутом состоянии. Точно так же влияет на выдержку времени увеличение коэффициента передачи тока базы транзистора  $B$ .

В качестве чувствительного реле лучше всего использовать поляризованное реле. Если имеется только нейтральное реле, то нужен дополнительный каскад усиления, который уже использовался в схемах фотореле и термореле. Перед изготовлением этой модели проверяют, при какой величине напряжения и силе тока реле срабатывает. Эти величины должны быть меньше напряжения используемого источника питания и максимального тока коллектора транзистора <sup>7</sup>. Если реле времени используется для включения лампы фотоувеличителя, т. е. управления нагрузкой сравнительно большой мощности <sup>8</sup> то необходимо использовать дополнительное электромагнитное реле с мощными контактами. Конструкция такого устройства должна быть тщательно разработана и изготовлена с обязательной проверкой руководителем. Нужно помнить, что работа с высоким напряжением электрической сети опасна и требует строгого выполнения правил безопасности труда.

## **Начало создания современных автоматических устройств Основные понятия об автоматизации металлорежущих станков**

Машиностроительное производство по своему характеру подразделяется на массовое, серийное и единичное с внутренним подразделением на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

При массовом производстве технологическое оборудование специализируется на выполнение одинаковых, повторяющихся операций технологического процесса.

При серийном производстве технологическое оборудование специализируется на выполнение двух или нескольких закрепленных операций, чередующихся в определенной последовательности.

При единичном производстве технологическое оборудование загружается различными работами и не имеет закрепленных операций или объектов производства.

Важнейшим показателем, характеризующим тип производства, является номенклатура и количество выпускаемых изделий. При этом на одном и том же предприятии производство может иметь различный характер. Так при серийном характере производства основной продукции производство нормалей (болтов, винтов, гаек и т.д.) может носить массовый характер, а продукция инструментальных цехов - мелкосерийный или даже единичный.

Характер производства предъявляет определенные требования к технологическому оборудованию. Если в условиях массового производства со стабильными характеристиками выпуска продукции главным требованием к рабочим машинам является высокая производительность, то для условий серийного и единичного производства первостепенное значение приобретает универсальность и мобильность средств производства при обеспечении соответствующего качества продукции.

Под универсальностью понимается способность оборудования к переналадке на возможно широкий диапазон обрабатываемых изделий.

Мобильность определяется быстротой перехода с выпуска одних изделий на другие.

Как правило, чем выше производительность оборудования и степень его автоматизации, тем ниже показатели универсальности и мобильности.

Таким образом, массовое производство одних и тех же изделий в течение длительного периода времени требует создания дорогостоящих, предельно автоматизированных, высокопроизводительных машин, длительное время сохраняющих свои эксплуатационные качества. К таким машинам относятся прежде всего станки-автоматы и полуавтоматы, а в условиях серийного производства - станки с ЧПУ. Из таких станков komponуются в дальнейшем гибкие производственные модули и системы, автоматические линии.

Обработка деталей на металлорежущих станках состоит из рабочих и вспомогательных операций. Во время рабочих операций осуществляется формирование требуемой поверхности, то есть производится процесс резания. К вспомогательным относят операции управления станком, установки, закрепления и снятия обрабатываемой детали, операции подвода и отвода инструментов, контроля размеров и т.д.

**Автоматами** называют станки, в которых весь цикл изготовления детали, начиная от загрузки заготовок и кончая выгрузкой готовых изделий полностью автоматизирован, то есть процесс изготовления деталей происходит без участия оператора. Оператор осуществляет только лишь загрузку станка на партию обрабатываемых деталей и первоначальный пуск.

**Полуавтоматами** называют станки, в которых весь цикл обработки деталей автоматизирован, а операции загрузки станка штучными заготовками, выгрузки готовых изделий, а также операции управления станком, т.е. его включение и выключение производятся оператором вручную при каждом цикле.

К станкам с ЧПУ обычно относят универсальные станки, в систему автоматического управления которых вводят числа или символы, отражающие величину и характер перемещений инструмента и детали относительно друг друга и работают по заданной программе. Как правило, такие станки характеризуются большой гибкостью, маневренностью и универсальностью в условиях современного динамического производства.

Классификация станков-автоматов и полуавтоматов.

Автоматизированные станки в основном подразделяют по размерам, роду обрабатываемой заготовки, технологическим возможностям (выполняемым операциям), по точности обработки, принципу действия, по конструкции, числу различных органов (шпинделей) и по типам.

Так все автоматизированные станки можно подразделить на вертикальные и горизонтальные, которые, в свою очередь делятся на автоматы и полуавтоматы, одношпиндельные и многошпиндельные и т.д.

Вертикальные станки обычно являются более тяжелыми и мощными, чем горизонтальные и предназначаются для обработки деталей большого диаметра и относительно небольшой длины.

Токарные автоматы и полуавтоматы предназначены для обработки деталей из прутка или штучных заготовок соответственно и позволяют выполнить следующие операции: точение продольное и поперечное, подрезание торцев, центрирование отверстий, сверление, растачивание, зенкование, нарезание наружных и внутренних резьб, накатывание рифлений, фасонную обработку, отрезку деталей, а при оснащении станков спец. приспособлениями - фрезерование шлиц, лысок и другие операции.

### Запоминающие устройства

**Запоминающее устройство (память)** компьютера предназначено для хранения данных и программ для их обработки. Память компьютера дискретна, она состоит из отдельных ячеек. Наименьший элемент памяти — *бит* — двоичный разряд. В нем хранится двоичный код (0 или 1). Восемь последовательных двоичных разрядов составляют *байт*. Максимальное количество байтов, которое может быть одновременно обработано командой процессора, называется *машинное слово*, длиной которого определяется *разрядность процессора*

Объем памяти компьютера измеряется в байтах и их производных: *килобайтах* (1 Кб = 1024 б), *мегабайтах* (1Мб = 1024 Кб), *гигабайтах* (1Гб = = 1024 Мб) и т. д. Основными характеристиками запоминающих устройств являются быстродействие и емкость.

Память компьютера имеет многоуровневый характер. Такое сочетание запоминающих систем называется *иерархией памяти* компьютера.

Память компьютера по способу организации и использования можно разделить на внутреннюю и внешнюю.

**Внутренняя память компьютера** включает в себя оперативную памяти, постоянную памяти, кэш-память.

**Оперативная память** (оперативное запоминающее устройство — ОЗУ или Random Access Memory — RAM) — энергозависимое, быстродействующее

запоминающее устройство, предназначенное для хранения информации (программ и данных), непосредственно участвующей в вычислительном процессе на текущем этапе функционирования ПК. ОЗУ — энергозависимая память: при отключении напряжения питания информация, хранящаяся в ней, теряется.

**Постоянная память** (постоянное запоминающее устройство — ПЗУ или Read Only Memory — ROM) используется для хранения неизменяемой информации: загрузочные программы ОС, программы тестирования устройств компьютера и некоторых драйверов базовой системы ввода-вывода (BIOS -Basic Input-Output System) и др. Из ПЗУ можно только считывать информацию.

**Кэш-память** — высокоскоростная память сравнительно большой емкости, которая является буфером между оперативной памятью и микропроцессором и позволяющая увеличить скорость выполнения операций. В кэш-памяти хранятся данные, которые микропроцессор получил и будет использовать в ближайшие такты своей работы. Микропроцессоры, начиная от МП 80486, имеют свою встроенную кэш-память (или кэш-память 1-го уровня). Кэш-память 2-го уровня размещается на материнской плате вне микропроцессора и хранит данные и результаты, обрабатываемые процессором в текущий момент времени.

**Внешняя память** компьютера предназначена для долговременного хранения информации. Внешние ЗУ также называют накопителем.

Накопители бывают **внешними** (собственный корпус и источник питания), встроенными в корпус компьютера, со сменными и несменными носителями, с носителями разной формы (диски, ленты). Накопители имеют разные **характеристики**: максимально возможный объем хранимой информации, время доступа.

Накопители на магнитных лентах называются **стримерами**. В современных стримерах используются специальные кассеты (картриджи) с магнитной лентой. Стримеры имеют разные стандарты, определяющие интерфейс с компьютером, формат магнитной ленты, методы кодирования и сжатия.

Отличительной особенностью накопителей на дисках является использование в качестве носителей информации дисков разного диаметра, отличающихся форм-фактором. Выпускаются носители с форм-фактором (размером) 1,8", 2,5", 3,5", 5,25".

Жесткие несменные диски называются **винчестерами**. Они представляют собой систему, состоящую из механического привода головок чтения-записи, нескольких носителей и контроллера, обеспечивающего работу всего устройства. Магнитная головка (несколько магнитных головок в специальном позиционере) является одной из наиболее важных частей устройства. Носитель информации состоит из нескольких дисков, каждый из которых имеет две рабочие поверхности. При записи информации используются магнитные свойства слоя, нанесенного на поверхность.

**Гибкие диски (floppy)** в зависимости от размера бывают двух видов — 5,25" и 3,5". Операции чтения/записи осуществляются контактным способом,

т. е. при соприкосновении магнитной головки устройства с поверхностью носителя. У таких носителей невысокая плотность записи, скорость обмена, значительное время доступа.

**Магнитооптические диски** имеют различную емкость от 128 Мбайт до 640 Мбайт. Запись производится после нагревания лазером магнитного слоя до определенной температуры. Надежность хранения информации обеспечивается тем, что при обычной температуре информация не подвержена действию внешних магнитных полей.

**Устройства CD-ROM** используют носители емкостью до 650 Мбайт, представляющие собой диски со светоотражающим слоем на одной стороне, где хранится информация. На диск нанесена дорожка-спираль от центра к краю диска, состоящая из отражающих и не отражающих свет точек; считывание производится лазерным лучом.

**Накопители CD-R** позволяют лишь однократно записывать информацию на диски. Луч лазера прожигает пленку на поверхности диска, меняя его отражающую способность. Перезапись при этом невозможна. Такие диски считываются на любом приводе CD-ROM.

**Накопители CD-RW** позволяют делать многократную запись на диск. Здесь используются свойства рабочего слоя переходить под воздействием лазерного луча в кристаллическое или аморфное состояние, имеющие разную отражательную способность.

**Накопители DVD** предназначены для хранения видео, аудио, высокого качества, компьютерной информации большого объема. Плотность записи выше, чем у обычных CD-ROM.+

**Накопители DVD-RAM** позволяют записывать и перезаписывать информацию.

Накопители на сменных жестких дисках используют технологию винчестеров. Параметры таких устройств приближаются к параметрам устройств с жесткими несъемными дисками.

В последние годы в ПК стали использоваться новые ЗУ — **флэш-память**. Модули или карты флэш-памяти могут устанавливаться прямо в разъемы материнской платы. Флэш-память обладает рядом преимуществ в использовании: высокая надежность и ударопрочность, малое энергопотребление. Одним из основных преимуществ флэш-памяти является ее компактность, поэтому она постепенно все активнее применяется для хранения и переноса данных.

### Принципы и методы кодирования информации

В самом широком смысле слова информация представляет собой отражение реального мира в виде сигналов разной природы, воспринимаемых человеком. В узком (практическом) смысле - это любые сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования.

За тысячелетия своего существования человечество накопило огромное количество информации. Мозг человека не в состоянии хранить такой объем информации и без искажения передавать её другим людям. Поэтому для хранения и передачи информации использовались различные

средства - от рисунков на скалах до магнитных и оптических носителей информации в современных вычислительных машинах.

Одним из важных качественных показателей является также тип данных, определяющий характер смыслового содержания информации. Так, числовая информация может относиться к целочисленному или вещественному типу данных. С помощью символьных данных записывается различная текстовая информация. Используются также другие типы данных, с которыми мы познакомимся подробно позже.

Текстовая информация хранится и передается в форме слов, образованных символами того или иного алфавита. Для кодирования и обработки информации с помощью компьютера используется двоичный алфавит (двоичная система счисления), буквами которого являются две цифры - 0 и 1. Количество информации, кодируемое одной буквой этого алфавита, называют 1 бит (binary digit). Очевидно, что такое же количество информации содержится в двоичном слове минимальной длины (состоящем из одного символа), и именно это количество информации логично принять за единицу. Таким образом, единицей количества информации считается один бит.

### 1. Кодирование данных двоичным кодом

Таким образом, в вычислительной технике используется система *двоичного кодирования*, основанная на представлении данных последовательностью всего двух знаков: 0 и 1. Эти знаки называются *двоичными цифрами*, по-английски — *binary digit* или сокращенно *bit* (*бит*).

Одним битом могут быть выражены два понятия: 0 или 1 (*да* или *нет*, *черное* или *белое*, *истина* или *ложь* и т. п.). Если количество битов увеличить до двух, то уже можно выразить четыре различных понятия:

00 01 10 11

Тремя битами можно закодировать восемь различных значений: 000 001 010 011 100 101 110 111

Увеличивая на единицу количество разрядов в системе двоичного кодирования, мы увеличиваем в два раза количество значений, которое может быть выражено в данной системе, то есть общая формула имеет вид:

$$N=2^m,$$

где  $N$  — количество независимых кодируемых значений;

$m$  — разрядность двоичного кодирования, принятая в данной системе.

### 2. Кодирование целых и действительных чисел

Целые числа кодируются двоичным кодом достаточно просто — достаточно взять целое число и делить его пополам до тех пор, пока частное не будет равно единице. Совокупность остатков от каждого деления, записанная справа налево вместе с последним частным, и образует двоичный аналог десятичного числа.

$$19:2 = 9+1$$

$$9:2 = 4 + 1$$

$$4:2=2+0$$

$$2:2=1+0$$

Таким образом,  $19_{10} = 10011_2$ .

Для кодирования целых чисел от 0 до 255 достаточно иметь 8 разрядов двоичного кода (8 бит). Шестнадцать бит позволяют закодировать целые числа от 0 до 65 535, а 24 бита — уже более 16,5 миллионов разных значений.

Для кодирования действительных чисел используют 80-разрядное кодирование. При этом число предварительно преобразуется в *нормализованную форму*:

$$3,1415926 = 0,31415926 \times 10^1$$

$$300\ 000 = 0,3 \times 10^6$$

$$123\ 456\ 789 = 0,123456789 \times 10^{10}$$

Первая часть числа называется *мантиссой*, а вторая — *характеристикой*. Большую часть из 80 бит отводят для хранения мантиссы (вместе со знаком) и некоторое фиксированное количество разрядов отводят для хранения характеристики (тоже со знаком).

### 3. Кодирование текстовых данных

Если каждому символу алфавита сопоставить определенное целое число (например, порядковый номер), то с помощью двоичного кода можно кодировать и текстовую информацию. Восьми двоичных разрядов достаточно для кодирования 256 различных символов. Этого хватит, чтобы выразить различными комбинациями восьми битов все символы английского и русского языков, как строчные, так и прописные, а также знаки препинания, символы основных арифметических действий и некоторые общепринятые специальные символы, например символ "\$".

Технически это выглядит очень просто, однако всегда существовали достаточно веские организационные сложности. В первые годы развития вычислительной техники они были связаны с отсутствием необходимых стандартов, а в настоящее время вызваны, наоборот, избытком одновременно действующих и противоречивых стандартов. Для того чтобы весь мир одинаково кодировал текстовые данные, нужны единые таблицы кодирования, а это пока невозможно из-за противоречий между символами национальных алфавитов, а также противоречий корпоративного характера.

Для английского языка, захватившего де-факто нишу международного средства общения, противоречия уже сняты. Институт стандартизации США (*ANSI—American National Standard Institute*) ввел в действие систему кодирования *ASCII (American Standard Code for Information Interchange — стандартный код информационного обмена США)*. В системе *ASCII* закреплены две таблицы кодирования — базовая и расширенная. Базовая таблица закрепляет значения кодов от 0 до 127, а расширенная относится к символам с номерами от 128 до 255.

Первые 32 кода базовой таблицы, начиная с нулевого, отданы производителям аппаратных средств (в первую очередь производителям компьютеров и печатающих устройств). В этой области размещаются так называемые *управляющие коды*, которым не соответствуют никакие символы языков, и, соответственно, эти коды не выводятся ни на экран, ни на устройства печати, но ими можно управлять тем, как производится вывод прочих данных.

Начиная с кода 32 по код 127 размещены коды символов английского алфавита, знаков препинания, цифр, арифметических действий и некоторых вспомогательных символов. Базовая таблица кодировки *ASCII* приведена в таблице 1.1.

**Таблица 1.1. Базовая таблица кодировки ASCII**

32 пробел	48 0	64 @	80 P	96 `	112 p
33 !	49 1	65 A	81 Q	97 a	113 q
34 "	50 2	66 B	82 R	98 b	114 r
35 #	51 3	67 C	83 S	99 c	115 s
36 \$	52 4	68 D	84 T	100 d	116 t
37 %	53 5	69 E	85 U	101 e	117 u
38 &	54 6	70 F	86 V	102 f	118 v
39 ' .	55 7	71 G	87 W	103 g	119 w
40 (	56 8	72 H	88 X	104 h	120 x
41 )	57 9	73 I	89 Y	105 i	121 y
42 * .	58 :	74 J	90 Z	106 j	122 z
43 +	59 ;	75 K	91 [	107 k	123 {
44 ,	60 <	76 L	92 \	108 l	124
45 -	61 =	77 M	93 ]	109 m	125 }
46 .	62 >	78 N	94 ^	110 n	126 ~
47 /	63 ?	79 O	95 _	111 o	127

Аналогичные системы кодирования текстовых данных были разработаны и в других странах. Так, например, в СССР в этой области действовала система кодирования КОИ-7 (*код обмена информацией, семизначный*). Однако поддержка производителей оборудования и программ вывела американский код *ASCII* на уровень международного стандарта, и национальным системам кодирования пришлось «отступить» во вторую, расширенную часть системы кодирования, определяющую значения кодов со 128 по 255. Отсутствие единого стандарта в этой области привело к

множественности одновременно действующих кодировок. Только в России можно указать три действующих стандарта кодировки и еще два устаревших.

Так, например, кодировка символов русского языка, известная как кодировка *Windows-1251*, была введена «извне» — компанией Microsoft, но, учитывая широкое распространение операционных систем и других продуктов этой компании в России, она глубоко закрепилась и нашла широкое распространение (таблица 1.2). Эта кодировка используется на большинстве локальных компьютеров, работающих на платформе Windows.

**Таблица 1.2. Кодировка Windows 1251**

128 Ъ	144 ђ	160	176 ˙	192 А	208 Р	224 а	240 р
129 Ѓ	145 ґ	161 ӱ	177 ±	193 Б	209 С	225 б	241 с
130 ,	146 ґ	162 ӱ	178	194 В	210 Т	226 в	242 т
131 ґ	147 “	163 Ј	179 i	195 Г	211 У	227 г	243 у
132 ”	148 ”	164 ѝ	180 г	196 Д	212 Ф	228 д	244 ф
133 ...	149 ˙	165 Г	181 μ	197 Е	213 Х	229 е	245 х
134 †	150 –	166	182 ¶	198 Ж	214 Ц	230 ж	246 ц
135 ‡	151 —	167 §	183 ˙	199 З	215 Ч	231 з	247 ч
136 ˙	152 ˙	168 Ё	184 ё	200 И	216 Ш	232 и	248 ш
137 ‰	153 ™	169 ©	185 №	201 Й	217 Щ	233 й	249 щ
138 Љ	154 љ	170 €	186 €	202 К	218 Ъ	234 к	250 ъ
139 ґ	155 ґ	171 «	187 »	203 Л	219 Ы	235 л	251 ы
140 Њ	156 њ	172 –	188 j	204 М	220 Ь	236 м	252 ь
141 Ћ	157 ќ	173 -	189 S	205 Н	221 Э	237 н	253 э
142 Ќ	158 ќ	174 ®	190 s	206 О	222 Ю	238 о	254 ю
143 Ҫ	159 ҫ	175 ĩ	191 i	207 П	223 Я	239 п	255 я

Другая распространенная кодировка носит название КОИ-8 (*код обмена информацией, восьмизначный*) — ее происхождение относится ко временам действия Совета Экономической Взаимопомощи государств Восточной Европы. Сегодня кодировка КОИ-8 имеет широкое распространение в компьютерных сетях на территории России и в российском секторе Интернета.

Международный стандарт, в котором предусмотрена кодировка символов русского алфавита, носит название кодировки *ISO (International Standard Organization — Международный институт стандартизации)*. На практике данная кодировка используется редко.

На компьютерах, работающих в операционных системах *MS-DOS*, могут действовать еще две кодировки (кодировка *ГОСТ* и кодировка *ГОСТ-альтернативная*). Первая из них считалась устаревшей даже в первые годы появления персональной вычислительной техники, но вторая используется и по сей день.

В связи с избытком систем кодирования текстовых данных, действующих в России, возникает задача межсистемного преобразования данных — это одна из распространенных задач информатики.

#### 4. Универсальная система кодирования текстовых данных

Если проанализировать организационные трудности, связанные с созданием единой системы кодирования текстовых данных, то можно прийти к выводу, что они вызваны ограниченным набором кодов (256). В то же время очевидно, что если, например, кодировать символы не восьмиразрядными двоичными числами, а числами с большим количеством разрядов, то и диапазон возможных значений кодов станет намного больше. Такая система, основанная на 16-разрядном кодировании символов, получила название *универсальной* — *UNICODE*. Шестнадцать разрядов позволяют обеспечить уникальные коды для 65 536 различных символов — этого поля достаточно для размещения в одной таблице символов большинства языков планеты.

Несмотря на тривиальную очевидность такого подхода, простой механический переход на данную систему долгое время сдерживался из-за недостаточных ресурсов средств вычислительной техники (в системе кодирования *UNICODE* все текстовые документы автоматически становятся вдвое длиннее). Во второй половине 90-х годов технические средства достигли необходимого

уровня обеспеченности ресурсами, и сегодня мы наблюдаем постепенный перевод документов и программных средств на универсальную систему кодирования. Для индивидуальных пользователей это еще больше добавило забот по согласованию документов, выполненных в разных системах кодирования, с программными средствами, но это надо понимать как трудности переходного периода.

### 5. Кодирование графических данных

Если рассмотреть с помощью увеличительного стекла черно-белое графическое изображение, напечатанное в газете или книге, то можно увидеть, что оно состоит из мельчайших точек, образующих характерный узор, называемый *растром*.

Поскольку линейные координаты и индивидуальные свойства каждой точки (яркость) можно выразить с помощью целых чисел, то можно сказать, что растровое кодирование позволяет использовать двоичный код для представления графических данных. Общепринятым на сегодняшний день считается представление черно-белых иллюстраций в виде комбинации точек с 256 градациями серого цвета, и, таким образом, для кодирования яркости любой точки обычно достаточно восьмиразрядного двоичного числа.

#### Схемы электрические принципиальные

Принципиальная схема — это схема, в которой каждая деталь отображается условно-графическим обозначением (УГО). Принципиальные схемы позволяют понять как работает устройство, как его детали соединены друг с другом. Кроме того, схема электрическая принципиальная является исходным заданием для конструктора. По принципиальной схеме и перечню элементов он разрабатывает конструкцию печатной платы и изделия в целом.

Дело в том, что устройство современной радиотехнической аппаратуры очень сложно, и разобраться в нем, просто рассматривая его конструкцию невозможно. Именно поэтому в начале XX века придумали упрощенное изображение деталей — УГО, а соединения стали отображать не рисунками реальных проводов, а линиями, которые могут проходить только вертикально и горизонтально и пересекаться между собой только под прямым углом.

Это правило позволяет не закрывать одну деталь другой, и один провод другим, как это может произойти в реальной конструкции изделия, а видеть их одновременно. При этом если в месте пересечения провода соединяются, то на этом пересечении линий ставится точка, а если провода не соединяются, точка не ставится. Пример простой принципиальной схемы устройства приведен на рисунке 1.

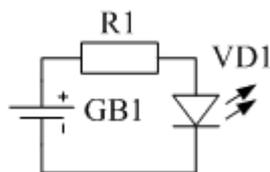


Рисунок 1 Принципиальная схема включения светодиода

На этой схеме последовательно соединены между собой гальванический элемент GB1, резистор R1 и светодиод VD1.

До середины XX века для того, чтобы показать, что провода не соединяются, в месте пересечения линий проводили дугу. Затем для дальнейшего упрощения принципиальных схем дуги рисовать перестали. При этом в англоязычных странах, где очень сильны традиции, дугу на пересечении проводов продолжают рисовать до сих пор.

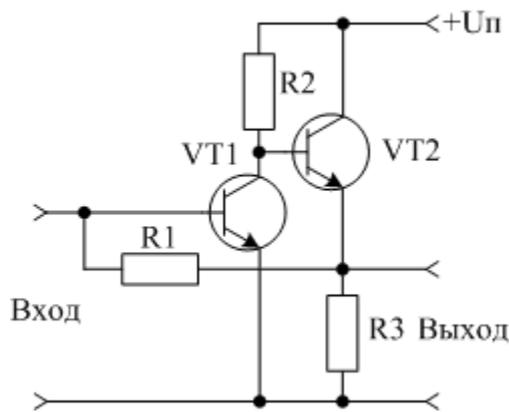


Рис. Принципиальная схема предварительного усилителя

В схеме предварительного усилителя звука, приведенной на рисунке 2, на пересечении линий возле эмиттера транзистора VT1, проводники соединять не нужно. Поэтому в этом месте точка не поставлена.

Детали в схемах электрических принципиальных обычно располагаются так, чтобы сигнал распространялся слева направо. Это позволяет легко читать схемы. Однако иногда это неудобно и может затруднить чтение схемы. Тогда сигнал может подводиться с других направлений. В этом случае в схеме на линии, обозначающей проводник, показывается стрелочка направления передачи сигнала.

*Направление передачи сигнала:*



Рис. Обозначение направления передачи сигнала по проводнику

Следует различать принципиальные схемы, которые приводятся на рисунках в книгах или в пояснительных записках документации на изделие, и схемы электрические принципиальные, которые являются по своей сути чертежами (отдельными документами). На рисунках обычно рядом с обозначением элементов проставляются значения их номиналов, типов транзисторов и названия микросхем. Пример принципиальной схемы, приводимой на рисунке, показан ниже:

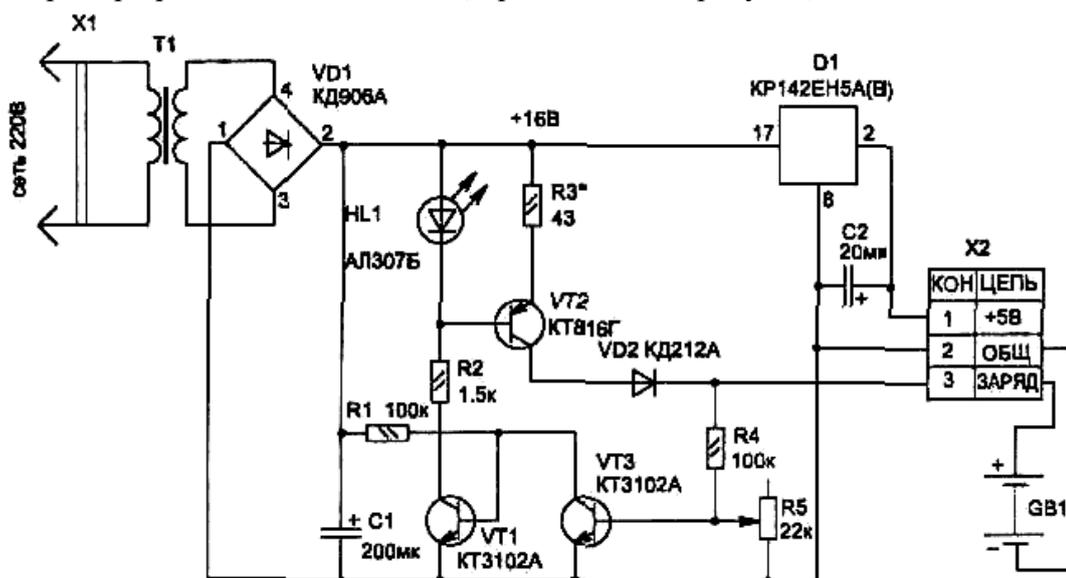


Рисунок Пример принципиальной схемы

На этой схеме рядом с элементом стоит не только его порядковый номер, но и его номинал. Например, возле диодного моста VD1 указан его тип КД906А, возле резистора R1 указано его зна-

чение 100 килоОм. Следует отметить, что для сокращения места для обозначения номинала на принципиальной схеме применяются сокращения. Например если возле резистора стоит число без букв, то это номинал резистора в омах, если после цифры стоит буква 'к', то номинал резистора указан в килоомах, а если после цифр следует буква 'М', то значение резистора указано в мегаомах. В качестве дополнительной информации может быть указана мощность резистора. Она показывается при помощи черточек на его условно-графическом обозначении.

Точно так же указывается значение емкости конденсатора. Если после цифр следуют буквы 'мк', или цифры заканчиваются запятой с нулем, например, 10,0 то емкость указана в микрофарадах. Если после цифр присутствует буква 'н', то емкость приведена в нанофарадах. Если емкость указана только цифрами, то это пикофарады.

Схемы электрические принципиальные, как и остальные чертежи, выполняются на листах стандартных размеров с обязательным применением чертежной рамки. Они могут быть размещены на нескольких листах. На первом листе схемы выполняется основная надпись по форме 1. На остальных листах применяется форма 2а.

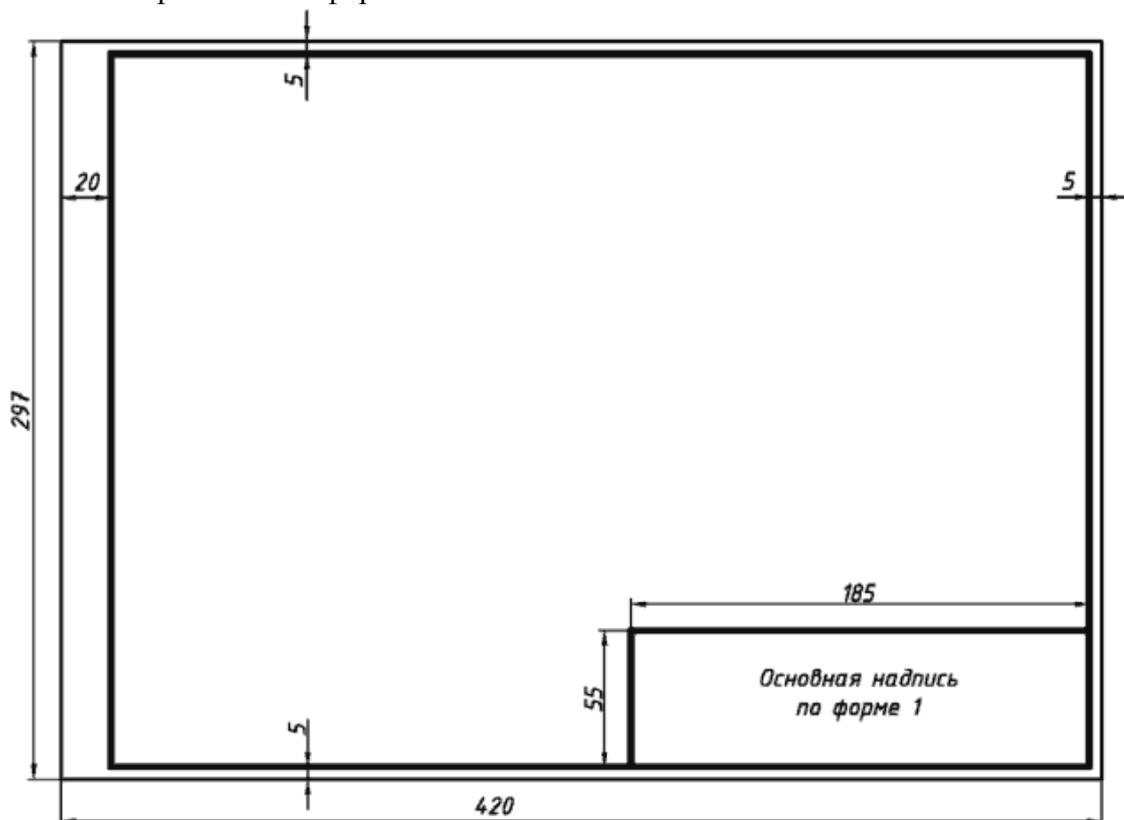


Рисунок Рамка формата А3 с основной надписью по форме 1

Формат основной надписи на чертежах с размерами в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 приведен на рисунке 6.

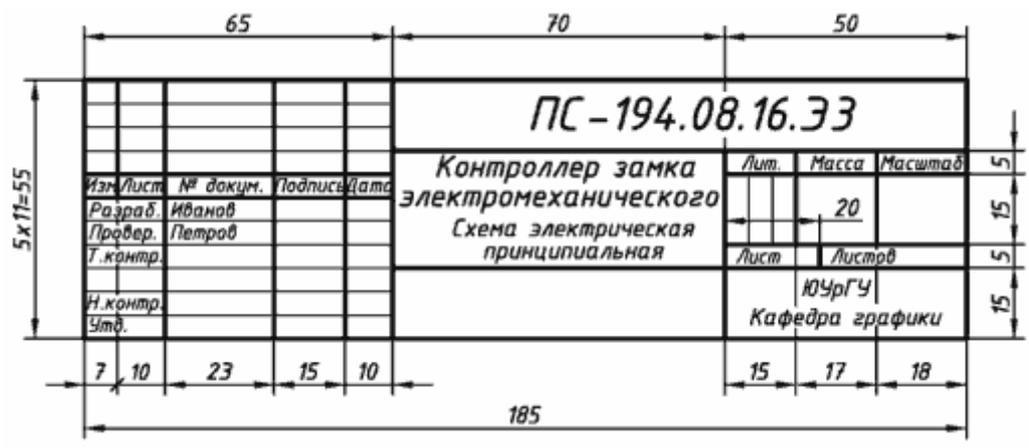


Рисунок - Основная надпись чертежа для первого листа схемы электрической принципиальной  
 Формат надписи на втором и последующих листах чертежей с размерами:

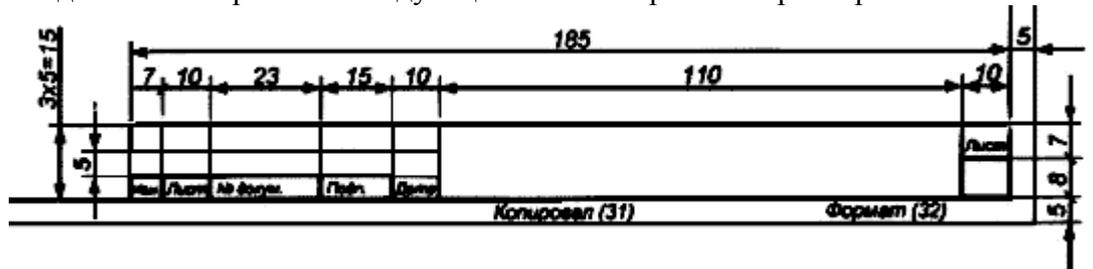


Рисунок - Надпись на остальных страницах схемы

Следует учесть, что схема электрическая принципиальная является основным документом, по которому конструктор разрабатывает печатные платы изделия и его конструкцию. Для этого мало знать номиналы и мощность элементов схемы. Более того, номинальные значения конденсаторов и резисторов конструктора вообще не интересуют.

Перечень элементов

При разработке принципиальных схем приходится учитывать большое количество параметров радиоэлектронных элементов, таких как сопротивление, рассеиваемая мощность, габариты, посадочные места, возможность автоматизированной сборки, минимальное и максимальное рабочее давление, устойчивость к воздействию влаги, вибрации, ускорения и т.д. Все эти параметры описываются в ГОСТах, ТУ или DATASHEET для иностранных микросхем. Их невозможно все привести на принципиальной схеме, поэтому список примененных в ней радиоэлектронных элементов сводится в отдельный документ — перечень элементов.

Перечень элементов схемы электрической принципиальной оформляется по правилам текстового документа. Размеры ячеек таблицы перечня элементов и надписи в ее шапке приведены на рисунке 6.

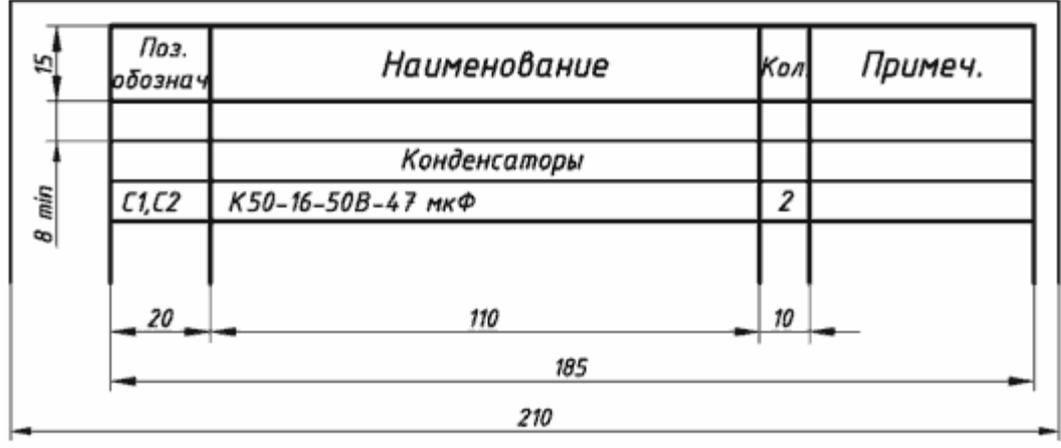


Рисунок - Внешний вид перечня элементов

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
A1	<u>Субблок 21-С.</u> <u>XXXX.XXXXXX.051</u>	1	
A2...A4	<u>Субблок АТС.</u> <u>XXXX.XXXXXX.012</u>	3	
C1...C3	Конденсатор К10-17а-Н90- 0,22мкФ		
	ОЖ0.460.10 ТТУ	3	
	Резисторы С2-33Н ОЖ0.467.093 ТУ		
	Резисторы С2-29В ОЖ0.467.099 ТУ		
R1...R4	С2-33Н-0,5-3,3 кОм±5%-А-В-В	4	
R5	С2-33Н-0,5-10 кОм±5%-А-В-В	1	
R6	С2-29В-0,5-8,98 Ом±5%-1,0-Б	1	
R1...R3	Резистор С2-33Н-0,5-3,3 кОм±5%-А-В-В		
	ОЖ0.467.093 ТУ	3	
P1	<u>1.1 Сумматор</u>		
C1, C2	Конденсатор К10-17а-Н90- 0,22мкФ		
	ОЖ0.460.10 ТТУ	2	
V1...V4			
	Диод 2Д510А ТТ3.362.096 ТУ	4	

Условно-графическое обозначение резисторов различных типов приведено на рисунке 6

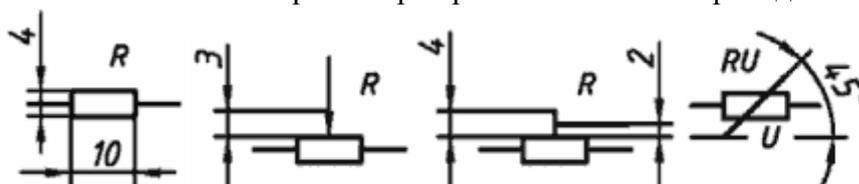


Рисунок - Условно-графическое обозначение резисторов на принципиальной схеме

## **Биологические системы и кибернетические автоматы**

Живые системы созданы природой по её законам. Целью этих систем является выживание. Это означает, что в меняющихся условиях окружающей среды организмы или экологические системы должны сохранять все свои основные параметры в пределах, которые соответствуют состоянию, называемому жизнью.

Входными характеристиками для живых организмов являются все факторы окружающей среды. Многие из этих факторов часто и быстро меняются, что сказывается на изменении различных параметров организмов. Эти параметры можно рассматривать как выходные характеристики.

Живые системы разного уровня организации имеют соответствующие системы регуляции, которые развивались и усложнялись в ходе эволюции жизни. Наиболее сложную и совершенную систему регуляции имеют высшие животные и человек. Эта система представлена двумя подсистемами, одна из которых называется гуморальной, а вторая нервной. В гуморальной системе управляющими сигналами являются химические вещества (гормоны, ферменты и др.). В нервной системе основными сигналами служат электрические импульсы.

Специальные нервные окончания, идущие от центральной нервной системы, контактируют с большим количеством различных рецепторов, часть которых воспринимает внешние воздействия (входы), а другая часть (интерорецепторы) – сигналы о состоянии собственных параметров организма (выходы). После сложной обработки в центральной нервной системе формируются управляющие сигналы, которые так изменяют поведение (выходы) организма, что вредные воздействия уменьшаются (отрицательная обратная связь), а положительные воздействия усиливаются (положительная обратная связь).

Регуляторные возможности организмов не беспредельны. Сохранить параметры организма и выжить можно только в том случае, если параметры среды (входы) не выходят за рамки определённых значений. Каждый фактор для данного вида характеризуется определённым интервалом, в пределах которого организмы остаются живыми. Этот интервал называется экологической валентностью, или толерантностью. Эволюция жизни в целом идёт в направлении расширения пределов выживания.

Так, для человека как чисто биологического существа температурный интервал среды выживания при использовании только биохимических и биофизических механизмов терморегуляции ориентировочно находится в пределах 15 – 45°C. Но, используя такую поведенческую реакцию как изготовление одежды, человек смог несколько расширить этот интервал. А позднее, при использовании технических систем, появилась возможность находиться в среде с температурой от космического холода до сотен градусов Цельсия. Среди входных характеристик для человека, помимо уже упомянутой температуры, можно также назвать необходимое количество и качество пищи, воды, физические воздействия: свет, давление, гравитация, биологические факторы в виде инфекций, паразитов, хищников и т.д.

При этом к выходным параметрам можно отнести определённую температуру тела (36 – 37°C), кровяное давление (60 – 140 мм рт. ст.), концентрацию различных веществ в крови (сахар, соли, витамины). Все эти и многие другие параметры находятся под постоянным контролем управляющих систем организма.

Помимо организменно-видового уровня, кибернетический подход хорошо объясняет многие процессы и на других уровнях биологической организации, например, на популяционном или биогеоценоотическом. В частности, по принципу отрицательной обратной связи работают гомеостатические механизмы, обеспечивающие постоянство численности особей в естественных популяциях. Классическим примером является взаимодействие популяций хищника и жертвы. Рост численности жертвы, действуя как положительная связь, способствует росту численности хищника. В свою очередь увеличивающаяся популяция хищника по обратной отрицательной связи уменьшает численность жертвы, в результате снижается и численность хищника (рис.).



Рис. Регуляция численности популяций в биоценозе по принципу отрицательной обратной связи

Для человека особенно важно эффективно управлять искусственными агроэкосистемами для обеспечения себя пищей. На сельскохозяйственном поле входными воздействиями являются обработка земли, внесение удобрений, освещённость, поступление влаги, тепла, воздействие насекомых-опылителей, вредителей, сорняков и болезней. В качестве основной выходной характеристики удобно использовать величину полученного урожая. Однако это не позволяет оперативно управлять входными характеристиками. Для оперативного управления желательно использовать такие выходы, которые можно отслеживать непрерывно, например, высоту растений, диаметр стеблей, количество листьев, величину листовой поверхности, скорость движения воды по сосудам растения, интенсивность испарения воды растениями и т.д.

Следует иметь в виду, что контроль одной, даже наиболее существенной выходной характеристики не гарантирует надёжного достижения цели – высокого урожая. Биологам хорошо известно, что при определённом сочетании входных воздействий можно добиться очень интенсивного развития листьев и зелёной биомассы, но при этом не получить плодов и семян. Поэтому, чем больше выходных характеристик используется в процессе регулирования, тем это регулирование надёжней.

Очень важно также иметь как можно больше контролируемых входов. Это обеспечивается созданием систем выращивания растений в закрытом грунте (парники, теплицы), когда можно оптимально управлять светом, теплом, питанием, орошением и более эффективно бороться с вредителями. Но стоимость урожая в таких системах заметно выше.

С развитием кибернетических идей в биологии появились попытки использовать эти идеи и для объяснения эволюционного процесса. Одним из первых это сделал советский биолог И.И. Шмальгаузен [40]. В качестве кибернетической системы Шмальгаузен рассматривает популяцию как элементарную эволюционирующую единицу, способную преобразовываться в новый биологический вид (рис.8.5).



Рис. Кибернетическая схема видообразования по И.И. Шмальгаузену [40 с изменениями]

Популяция, как сложная природная система, испытывает множество входных воздействий, часть которых можно сгруппировать в укрупнённые входы. К таким входам, имеющим наибольшее значение для эволюции, можно отнести группу мутагенных факторов (именно они меняют свойства организмов) и группу факторов которые при определённых условиях могут приводить к гибели отдельных особей. Такие факторы называются элиминирующими.

Среди наиболее важных для эволюции выходных характеристик Шмальгаузен также выделяет две основные группы: способность организмов использовать различные природные ресурсы

(пища, убежища и т.д.) и способность противостоять элиминирующим факторам (холодоустойчивость, жароустойчивость, устойчивость к инфекциям, инвазиям, защищённость от хищников и т.п.).

Мутации, проявляющиеся в виде доминантных генов, будучи преимущественно вредными, приводят к появлению особей с пониженной способностью к использованию жизненных ресурсов или с пониженной устойчивостью к элиминирующим факторам. Эти отклонения выходов от нормы, действуя как отрицательные обратные связи, усиливают элиминацию (устранение) неполноценных особей, и популяция возвращается в исходное, стабильное состояние, в котором большинство особей нормально взаимодействуют со средой. Реализуется разновидность естественного отбора, которая называется стабилизирующим отбором (гомеостаз).

В случае же накопления в популяции рецессивных (не проявляющихся в виде изменённых свойств организмов) генов, в результате скрещивания начинают возникать различные комбинации, которые в редких случаях могут оказаться более удачными, чем существующие. Новые организмы приобретают способность лучше использовать ресурсы и успешней противостоять элиминирующим факторам. Эти новые свойства усиливают действие элиминирующих факторов на основную массу особей со старыми, менее удачными свойствами. Это проявляется как положительная обратная связь, которая усиливает появившееся положительное отклонение выходов от нормы. В результате особи со старыми свойствами достаточно быстро заменяются новыми, более совершенными организмами. Появляется новый вид, что можно рассматривать как действие движущего естественного отбора.

#### **Автоматизированные системы управления технологическим процессом**

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) — это человеко-машинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием.

За критерий управления АСУТП принимают соотношение, характеризующее качество функционирования технологического объекта управления (ТОУ) в целом и принимающее конкретные числовые значения в зависимости от используемых управляющих воздействий.

**Главной задачей большинства АСУТП является получение определенных технико-экономических результатов:**

- повышение производительности труда;
- снижение затрат живого труда и трудоемкости производства;
- экономия энергетических ресурсов, вспомогательных материалов, тары и т. п.;
- обеспечение безопасности функционирования объекта;
- повышение или стабилизация качества выпускаемой продукции или обеспечение заданных значений параметров готовых изделий;
- достижение оптимальной загрузки оборудования;
- оптимизация режимов работы технологического оборудования.

При постановке задач оптимизации наряду с критериями должны быть заданы ограничения на все параметры и переменные технологического процесса, т. е. допустимые изменения, которые определяют функционирование технологического процесса. Достижение поставленных задач осуществляется реализацией функций. На вычислительную технику возложены задачи управления пуском и остановом технологического оборудования, контроля его состояния и защиты от перегрузок, поддержания заданного режима работы оборудования и стабилизации отдельных технологических параметров, оптимизации качественных и количественных показателей работы отдельных агрегатов и технологического объекта в целом и т.п.

С функциональной точки зрения АСУТП представляет собой программно-технический комплекс (ПТК или автоматизированный технологический комплекс - АТК), осуществляющий во взаимодействии с человеком ввод, обработку и отображение сигналов, характеризующих состояние технологического процесса (ТП), а также, при необходимости, выработку управляющего воздействия для управления ТП. ТОУ и АСУТП функционируют совместно. Совокупность ТОУ и

АСУТП образует программно-технический комплекс или управляющий вычислительный комплекс.

Обобщенная функциональная структура АСУТП показана на рисунке 1, она иллюстрирует организацию работы АСУТП.

Функции АСУТП следует отличать от функций, выполняемых всем комплексом технических средств системы или его отдельными устройствами. Они могут быть управляющими, информационными и вспомогательными.

Управляющие функции АСУТП — это выработка и реализация управляющих воздействий на ТОУ. Управляющие функции реализуются процедурами блока формирования управляющих воздействий, в котором в соответствии с заложенными алгоритмами и инструкциями формируются управляющие решения и соответствующие воздействия на ТОУ и блок задания в целях максимизации или минимизации критерия оптимальности. Сформированные управляющие воздействия реализуются на ТОУ исполнительными органами.



Рис. 70. Обобщенная функциональная структура АСУТП

Информационные функции АСУТП — это функции системы по сбору, обработке и представлению информации о состоянии ТОУ оператору или на последующую обработку в блок формирования управляющих воздействий. В процессе обработки информации выполняются операции суммирования, сглаживания, вычисления косвенных показателей, которые не могут быть определены непосредственно при контроле сопоставления текущих значений параметров технологического процесса с заданными. Одновременно могут осуществляться подготовка и передача информации в смежные системы управления, обобщение результатов и прогноз состояния ТОУ и технологического оборудования. Отличительной особенностью управляющих и информационных функций АСУТП является их направленность на конкретного потребителя.

Вспомогательные функции обеспечивают решение внутрисистемных задач. В отличие от управляющих и информационных функций АСУТП они предназначены для обеспечения собственного функционирования автоматизированной системы управления.

Общее в функциональной структуре АСУТП и функциональной схеме системы регулирования то, что в обеих сохраняются основные функции — измерение, сопоставление, вычисление и организация регулирующего (управляющего) воздействия. Однако вследствие необходимости обработки чрезвычайно больших потоков информации, поступающих в ТОУ, сложности этой обработки, применения алгоритмов принятия оптимальных решений, необходимости корректировки совокупности параметров ТОУ АСУТП- приобрела качественно новое свойство — обеспечение в соответствии с заданным критерием управления наилучших результатов функционирования всего технологического процесса.

При планировании, проведении и обобщении разработок АСУТП следует иметь в виду их разнообразие. В основу классификации положены следующие принципы: выбор систем-аналогов на ранних этапах разработки АСУТП, оценка необходимых ресурсов при укрупненном планировании работ по созданию АСУТП, определение качества (научно-технического уровня), определение степени полезности АСУТП в условных единицах.

**АСУТП классифицируют в основном по:**

- уровню, занимаемому ТОУ и АСУТП в структуре предприятия;
- по характеру протекания технологического процесса во времени;
- по показателю условной информационной мощности ТОУ;
- по уровню функциональной надежности АСУТП;
- по типу функционирования АСУТП.

**По уровню, занимаемому ТОУ в структуре предприятия, АСУТП делят на три под-класса:**

- АСУТП нижнего уровня (технологические агрегаты, установки, участки);
- АСУТП верхнего уровня (группы установок, цехи, производства);
- АСУТП многоуровневые (включают АСУТП нижнего уровня).

Число уровней управления определяется масштабностью предприятия, численностью отдельных технологических процессов, их взаимосвязями между собой, структурой производства в целом.

**По характеру протекания технологического процесса во времени различают:**

Н-АСУ непрерывным технологическим процессом, характер протекания — с длительным поддержанием режимов, близких к установившимся, и практически безостановочной подачей сырья и реагентов, что создает хорошие условия для организации непрерывного сбора информации о ТОУ с помощью датчиков и ввода этой информации непосредственно в ЭВМ АСУТП. После обработки информации в ЭВМ принятые решения и соответствующие управляющие воздействия могут непосредственно передаваться из АСУТП на ТОУ;

П-АСУ непрерывно-дискретным технологическим процессом с сочетанием непрерывных и прерывистых режимов функционирования технологических агрегатов или на различных стадиях процесса;

Д-АСУ дискретным технологическим процессом с незначительной продолжительностью технологических операций. Дискретные процессы характеризуются большим числом изделий, информация о которых частично может формироваться и вводиться в АСУТП автоматически от датчиков, а частично — вручную от различных устройств регистрации и ввода информации. После обработки информации и формирования рекомендаций последние передаются непосредственно оперативно-производственному персоналу, который реализует их на ТОУ.

По показателю условной информационной мощности в зависимости от числа параметров объекта системы делят на пять групп.

По уровню функциональной надежности системы классифицируют на АСУТП с минимальным уровнем (не требует регламента); АСУТП со средним уровнем (с регламентом, но отказы не приводят к остановке работы ТОУ); АСУТП высокого уровня (с жестким регламентом, так как отказы в управлении могут привести к остановке ТОУ или авариям),

**По типу функционирования АСУТП разделяют по совокупности автоматически выполняемых информационных и управляющих функций системы:**

И-АСУТП информационная автоматически выполняет только информационные функции без программно-технического комплекса (ПТК), а решение по управлению принимает и реализует оператор;

Л-АСУТП локально-автоматическая с ПТК автоматически выполняет информационные функции и функции локального управления (регулирования). Решения по управлению в целом принимает и реализует оператор;

С-АСУТП советующая с ПТК автоматически выполняет функции информационные, локального управления и с помощью модели процесса формирует советы по выбору управляющих воздействий с учетом критерия;

А-АСУТП автоматическая выполняет автоматически все функции, включая управление процессом по критерию. В состав системы могут входить ПТК, выполняющий функции центрального управляющего устройства (супервизорное управление), и ПТК, выполняющий функции прямого цифрового управления.

И-АСУТП информационная наиболее проста, функциональная структура этой системы показана на рисунке 2.

На ТОУ размещены датчики различных технологических параметров, информация от которых поступает либо непосредственно на автоматические системы регулирования и защиты, либо на пульт управления. С пульта управления оператор на основании полученной информации о состоянии технологического процесса подает управляющие воздействия через исполнительные механизмы.

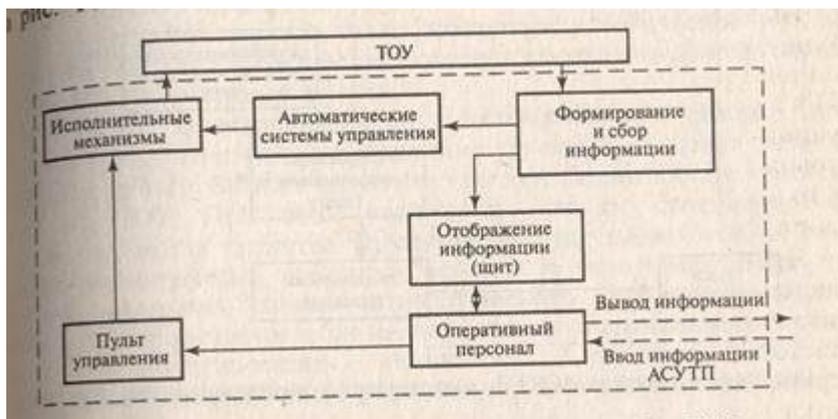


Рис. Структура АСУТП, функционирующей без ПТК

Л-АСУТП, имеющая программно-технический комплекс (рис.3), обрабатывает информацию от ТОУ и других АСУ, определяет комплексные технологические и технико-экономические показатели, на основании которых оперативный персонал оценивает ход технологического процесса и контролирует состояние и работу оборудования. Данные из информационно-вычислительного комплекса выводятся на пульт управления или передаются в вышестоящую АСУ. Управляющие воздействия направляются с пульта управления и через исполнительные механизмы реализуются в ТОУ.

С-АСУТП с ПТК в режиме «советчика» имеет аналогичную Л-АСУТП функциональную структуру. Отличие состоит в том, что в ПТК С-АСУТП поступающая информация анализируется и оперативному персоналу выдаются решения-советы по управлению ТОУ. На оперативный персонал в этих системах возлагаются функции принятия окончательных решений и организации воздействий на ТОУ. Эта система эффективна в случаях, когда объект недостаточно изучен, опробуются новые способы управления, учитываются функциональные возможности человека-оператора.

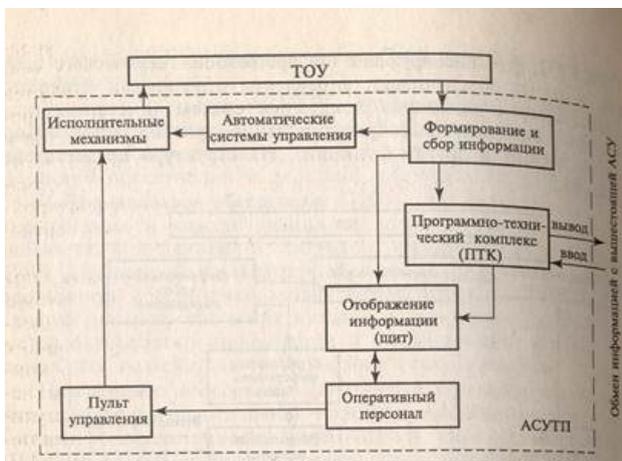


Рис. 3. Структура АСУТП, выполняющей информационные функции

А-АСУТП с ПТК, выполняющим функции супервизорного управления, т.е. многопрограммного режима работы вычислительной системы, — это система, в которой программно-технический комплекс включен в замкнутый контур автоматического управления (рис.4). Из функциональной структуры этой системы видно, что на основании поступающей информации и ее обработки ПТК формирует в качестве управляющих воздействий задания на контуры автоматического регулирования и непосредственно выставляет их на регуляторах. Роль оперативного персонала в данном случае сводится к контролю функционирования ПТК. Оператор вмешивается в ход процесса управления лишь в непредвиденных аварийных ситуациях. Эти системы очень эффективны, так как в стандартных режимах они работают в течение длительного времени автоматически и позволяют вести технологические процессы в режимах, близких к оптимальным.

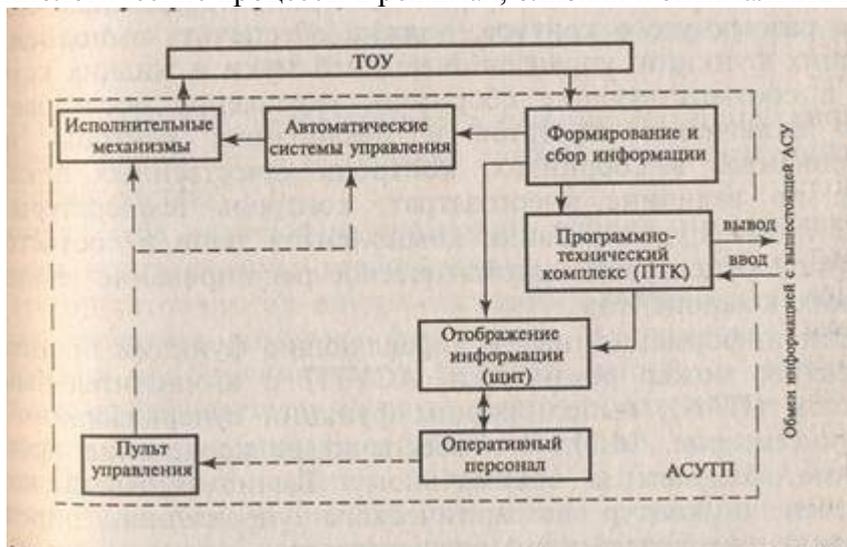


Рис. Структура АСУТП, функционирующей в супервизорном режиме управления.

А-АСУТП с ПТК, выполняющим функции непосредственного цифрового управления (системы с непосредственным цифровым управлением), — это система, в которой программно-технический комплекс выполняет функции регуляторов по формированию регулирующих воздействий (рис. 5). По этой схеме регулирующие воздействия передаются непосредственно через исполнительные механизмы на ТОУ, регуляторы используют лишь в качестве резерва. ПТК позволяет программно реализовать любой закон регулирования и создает возможности для разработки гибких систем, так как простой сменой программы легко изменить закон регулирования.

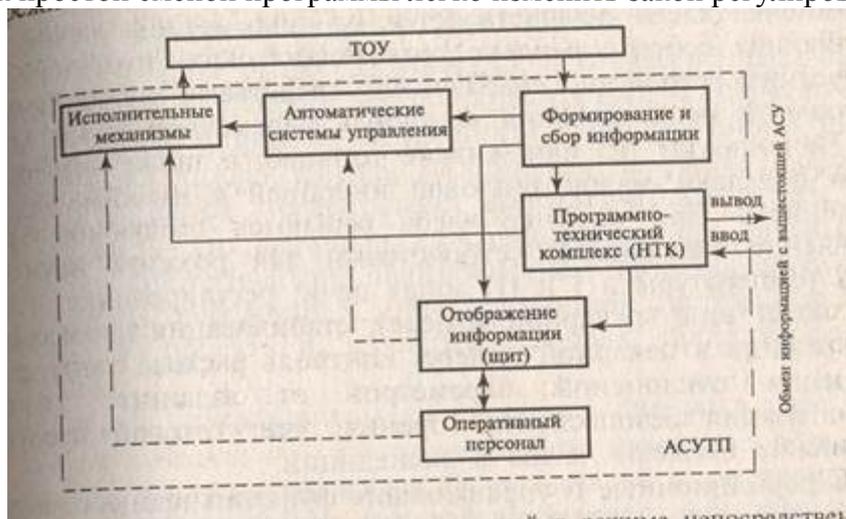


Рис. Структура АСУТП, функционирующей в режиме непосредственного цифрового управления.

При разработке АСУТП можно создать комбинированные типы, в которых реализуются одновременно функции «советчика» и супервизорного управления и т. п. Различные функции мо-

гут быть реализованы для различных контуров управления в зависимости от степени их изученности, влияния на ход управляемого технологического процесса.

Вместе с тем в мясной и молочной промышленности целесообразно классифицировать системы управления по математическому признаку объектов управления, числу контролируемых и управляемых параметров, уровню автоматизации систем управления, принципу управления объектами, степени интеграции.

По математическому признаку системы управления могут быть разделены на программно-логические, системы оптимального управления (оптимизационные) и оперативно-диспетчерские.

В иерархических системах управления технологическими процессами наиболее часто встречаются различные сочетания перечисленных математических признаков объектов управления.

Системы управления, функционирование объектов которых осуществляется по программно-логическим и оперативно-диспетчерским алгоритмам, включают двухуровневые системы. На нижнем уровне этих систем управление отдельными машинами, агрегатами или технологическими линиями осуществляется по программно-логическому алгоритму с условным или безусловным переходом, а на верхнем уровне решаются задачи по алгоритмам оперативно-диспетчерского характера.

Например, в цехе убоя скота и разделки туш управление транспортными системами линии убоя, отдельными машинами и механизмами при соответствующем уровне их механизации может осуществляться по алгоритмам программно-логического управления. Управление процессом подготовки скота для убоя, распределение трудовых ресурсов по отдельным линиям и операциям, корректировка графиков работы отдельных линий, распределение ремонтного персонала в случае поломки или аварии осуществляются на верхнем уровне с помощью алгоритмов оперативно-диспетчерского управления. Другим примером систем управления этого класса являются системы управления жестянобаночного производства консервного завода.

Системы управления, которые функционируют одновременно по программно-логическим, оптимизационным и оперативно-диспетчерским алгоритмам, отличаются от других систем тем, что на верхнем уровне решаются задачи оперативно-диспетчерского управления, а на нижнем — оптимизационного и программно-логического.

**Одноуровневые системы управления** не имеют аппаратной, или жесткой, информационной связи с управляющей системой среднего уровня. В комплекс технических средств одноуровневых систем входят в основном микропроцессоры, аналоговые или цифровые регуляторы. Такие системы управляют отделением приемки мясных туш на холодильнике, стерилизатором непрерывного действия, отделением посола и созревания колбасного фарша, складом готовой продукции.

**Двухуровневые системы управления** координируют работу ряда объектов нижнего уровня, охватывающих всю технологическую линию, цех или производство. Характерной особенностью их является то, что, объединяя все системы нижнего уровня в единую, они не имеют жесткой информационной связи с АСУТП. Примером двухуровневой системы управления является АСУТП цеха розлива молочных продуктов, охватывающая процессы розлива, хранения и реализации готовой продукции, но не имеющая непосредственной связи с АСУТП завода.

Наибольший эффект от функционирования систем управления может быть получен в том случае, когда разработку технологического оборудования и АСУ ведут взаимосвязано, как для единого комплекса.

На рис. 6 приведена общая функциональная схема современного производства.

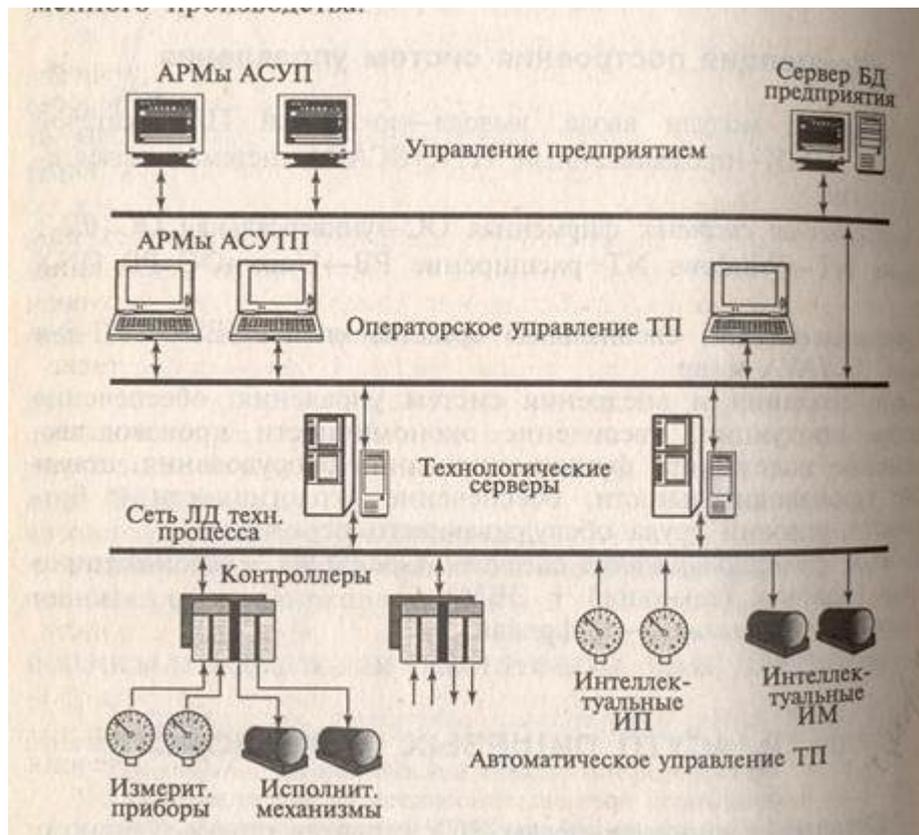


Рисунок 6- Общая функциональная схема современного производства

Нижний уровень этой схемы составляют *измерительные приборы и исполнительные механизмы*. Приборы могут быть аналоговыми или цифровыми (интеллектуальными). Аналоговые представляют измеренную величину в форме определенного значения напряжения или силы тока. Цифровые приборы имеют встроенные логические схемы, они представляют измеренную величину в виде сигнала, соответствующего спецификации протокола передачи данных, определенного для этих устройств. Для обмена информацией с приборами первого вида необходимо использовать аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. С приборами второго типа можно обмениваться информацией непосредственно по сети передачи данных.

Следующий уровень — *контроллеры*. Они выполняют функции автоматического управления технологическим процессом. Целью управления является выдача сигналов на исполнительные механизмы в результате обработки данных о состоянии технологических параметров, полученных посредством измерительных приборов, по определенным алгоритмам.

Серверы технологических данных обеспечивают обмен информацией между технологическими устройствами и сетью персональных компьютеров. Они поддерживают протокол работы с технологическими устройствами и протокол работы с сетью персональных компьютеров.

Данные о текущих параметрах технологического процесса могут быть использованы для контроля ее состояния и управления им с автоматизированных рабочих мест операторов; для архивирования истории изменения технологических параметров; для формирования суммарных отчетных форм в целях предоставления информации руководящему персоналу.

**АРМ – автоматизированное рабочее место** – это комплекс объединенных между собой технических модулей, обеспеченный программными средствами и способный реализовать законченную информационную технологию – т.е. комплекс технического и программного обеспечения. Частью *АРМа технолога-оператора* является SCADA-система. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – это набор инструментальных средств и исполнительных модулей, позволяющих вести мониторинг (непрерывное наблюдение, контроль), осуществлять анализ и управление параметрами технологического процесса.

В данной схеме SCADA-система представлена серверами технологических данных и автоматизированными рабочими местами (АРМ) операторов.

### **Отметим функции SCADA-систем:**

- Сбор, первичная обработка и накопление информации о параметрах технологического процесса и состоянии оборудования промышленных контроллеров и других цифровых устройств, непосредственно связанных с технологической аппаратурой.

- Отображение информации о текущих параметрах технологического процесса на экране ПЭВМ в виде графических мнемосхем.

- Отображение графиков текущих значений технологических параметров в реальном времени за заданный интервал.

- Обнаружение критических (аварийных) ситуаций.

- Вывод на экран ПЭВМ технологических и аварийных сообщений.

- Архивирование истории изменения параметров технологического процесса.

- Оперативное управление технологическим процессом.

- Предоставление данных о параметрах технологического процесса для их использования в системах управления предприятием.

На *верхнем уровне управления производством* в целом основой решения задач управления являются отдельные информационные сети, связывающие АРМы управляющего персонала на разных участках с планирующими подразделениями. Эти сети взаимодействуют с корпоративной сетью всего предприятия.

На рис. 7 приведена структурная схема АСУТП молочного предприятия.

Первый уровень состоит из автоматизированных систем, обеспечивающих получение информации о ходе технологического процесса непосредственно на агрегате, установке или линии, управление процессом и передачу информации на следующий иерархический уровень. Как правило, каждый из видов технологического оборудования оснащается локальной системой управления.

При этом обработка информации, ее представление оператору, выработка команд управления осуществляется техническими средствами локальных устройств. Более прогрессивным является оснащение технологического оборудования комплексом преобразователей технологических параметров, исполнительных механизмов локальными микропроцессорными устройствами для обработки информации. В этом случае информация от первого уровня передается на второй иерархический уровень для представления оператору и выработки команды управления процессами.

Второй уровень образован системами, функцией которых является автоматизированное управление технологическими участками на основе информации, полученной от систем первого уровня. На этом уровне осуществляется координация управления работой агрегатов, установок и линий соответствующего технологического участка и взаимосвязь со смежными участками.

Третий уровень представляет собой централизованную управляющую систему, решающую задачи оперативной диспетчеризации и координации управления технологическими участками в соответствии с задачами АСУ предприятия и вспомогательного производства.

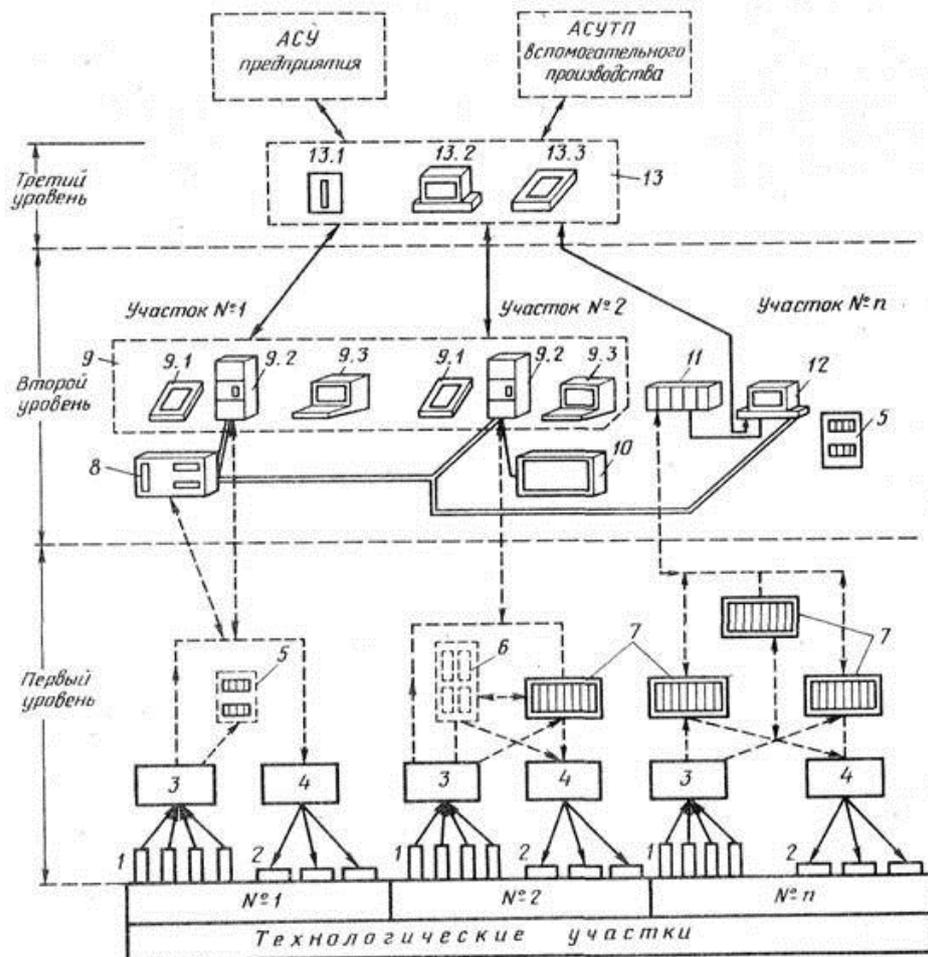


Рис. 1.11. Структура АСУТП молочного предприятия:

Рисунок 7

1 - преобразователи технологических параметров, установленные на технологическом оборудовании (датчики); 2 - клапаны, электродвигатели технологического оборудования; 3 - преобразователи, сигнализаторы параметров, блоки питания, устанавливаемые на щитах; 4 - электропневмопреобразователи клапанов, пусковая аппаратура электродвигателей; 5 - вторичные приборы; 6 - регуляторы; 7 - локальные микропроцессорные контроллеры; 8 - сетевой специализированный микропроцессорный контроллер, например для нормализации молока; 9-ПТК: 9.1 - печатающее устройство; 9.2 - микро-ЭВМ и УСО; 9.3 - видеотерминал; 10 - цветной графический монитор; 11 - сетевой микропроцессорный контроллер; 12 - персональная ЭВМ; 13 - персональная ЭВМ третьего уровня: 13.1 - внешнее запоминающее устройство (винчестер); 13.2 - ЭВМ и видеотерминал; 13.3 - печатающее устройство.

На каждом из рассматриваемых уровней управления должна обеспечиваться реализация следующих функций АСУТП.

**На первом уровне:**

- измерение технологических параметров, обработка и передача сигналов на второй уровень;
- регулирование заданных значений технологических параметров;
- формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы (клапаны, насосы, мешалки);
- автоматическое управление по заданным алгоритмам отдельными технологическими установками и линиями от локальных устройств;

- сбор и передача на второй уровень сигналов о состоянии исполнительных механизмов, срабатывании защиты блокировок.

**На втором уровне:**

- отображение оперативной информации о технологических параметрах и состоянии технологического оборудования, а также вводимых оператором команд и данных;
- формирование и передача управляющих воздействий непосредственно на исполнительные механизмы оборудования (при необходимости);
- автоматическое управление по заданной программе и командам оператора работой агрегатов, установок и линий, входящих в технологический участок;
- координирование режимов работы участка со смежными;
- регистрация информации о работе технологического участка на печатающем устройстве;
- сбор, обработка и передача информации о работе участка на следующий уровень.

**На третьем уровне:**

- диспетчеризация режимов работы технологических участков и координация их взаимодействий с вспомогательным производством;
- введение баз данных и регистрация текущей и интегрированной информации о состоянии технологических участков в виде документации, обеспечивающей анализ и учет работы;
- прием и обработка информации из автоматизированной системы управления (АСУ) предприятием и вспомогательным производством и представление подготовленной информации оператору, а также сбор, обработка и передача требуемой информации о работе технологических участков в АСУ предприятия и вспомогательного производства.

Соответственно и специфичны средства автоматизации, используемые в системах управления каждого из уровней.

Основу первого уровня составляют измерительные преобразователи технологических параметров в унифицированные сигналы, сигнализаторы технологических параметров, вторичные приборы и регуляторы, исполнительные механизмы, электропусковая аппаратура, преобразователи сигналов, локальные микропроцессорные контроллеры.

Системы управления второго уровня должны базироваться, как правило, на применении управляющих вычислительных комплексов, в состав которых входят базовая ЭВМ, устройств связи с объектом, видеотерминалы и печатающее устройство, или сетевых микропроцессорных контроллеров и персональных ЭВМ.

Вся информация, необходимая для принятия решений по управлению технологическим процессом, отображается на экране цветных мониторов и видеотерминальных устройств. Ввод команд, инструкций и данных осуществляется оператором с их клавиатуры. Информация о технологических параметрах и состоянии оборудования, а также команды управления передаются через устройства связи с объектом УСО или от локальных МПК через сетевой МПК в ЭВМ.

При использовании распределенных систем микропроцессорных контроллеров ко второму уровню обычно относят сетевые контроллеры и персональные ЭВМ, используемые как автоматизированное рабочее место оператора. Локальные микропроцессорные контроллеры для логико-программного управления и регулирования технологическими процессами относят к аппаратуре первого уровня.

Для заводов малой и средней мощности на втором уровне возможно использование вторичных измерительных приборов и мнемонических схем для отображения информации пусковой аппаратуры дистанционного управления и микропроцессорных контроллеров для обработки информации.

В системах управления третьего уровня применяют ПТК или персональные ЭВМ, специфицированные в виде операторских станций и обеспечивающие поддержку и манипулирование достаточно мощными базами данных. В АСУТП предприятий молочной и мясной промышленности важное место занимает обмен информацией между технологическими участками по горизонтали, а также по вертикали между уровнями в пределах одного участка. Наиболее эффективно

протоколы и интерфейсы компонентов АСУТП реализуются при помощи локальной сети, а также стандартизированных интерфейсов связи между МПК, УВК и персональными ЭВМ .

В молочной и мясной промышленности целесообразно использовать двухуровневые системы управления с декомпозицией основного производства молочного предприятия на технологические участки. Эти системы могут применяться как на заводах средней мощности, так и на крупных предприятиях. Однако на заводах с большим объемом производства и ассортиментом готовой продукции в перспективе следует использовать трехуровневые системы управления.

На небольших предприятиях целесообразно применять одноуровневые системы управления с локальными устройствами автоматизации, комплектуемыми вместе с оборудованием.

#### Примеры.

Программа infinity hmi , предназначена для создания мнемосхем, пультов операторов, управления технологическим процессом на расстоянии (возможно управление даже по сотовому телефону).

Конфигуратор показывает дерево сигналов - входные сигналы с контроллера: в – дискретные сигналы, f – аналоговые (в единицах измерения) (Vhod) и выходные на контроллер (в нашем случае они отсутствуют, так как нет контроллера).

Сигналы можно задать жестко, например, в нашем случае, уровень шоколада в темперирующей машине не может превышать 45 см.

Мнемосхемы положены в основу управления оборудованием с сенсорной панели или tauchskren.)

#### Примеры экранов АРМ:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %			
2													
3	Расчет массовой доли жира					Расчет массовой доли сахара							
4													
5													
6													
7	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %			
8													
9	Расчет степени измельчения					Расчет кислотности							
10													
11													
12													
13	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %			
14													
15	Расчет массовой доли начинки					Расчет массовой доли редуцирующих веществ							
16													
17													
18													
19	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %			
20													
21	Расчет массовой доли SO2					Расчет массовой доли влаги							
22													
23													
24													
25	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %	Дата	Время	Тип продукции	Наименование продукции	Значение, %			
26													
27	Расчет массовой доли золы					Расчет массовой доли глазури							
28													
29													
30													
31	Очистить все					Внести данные в таблицу							
32													
33													

### Внести данные в журнал ✖

Дата: <input type="text" value="13.10.2009"/>	Фамилия бригадира: <input type="text"/>
Смена: <input type="text"/>	Фамилия мастера: <input type="text"/>
Наименование изделия: <input type="text"/>	Наименование продукта: <input type="text"/>

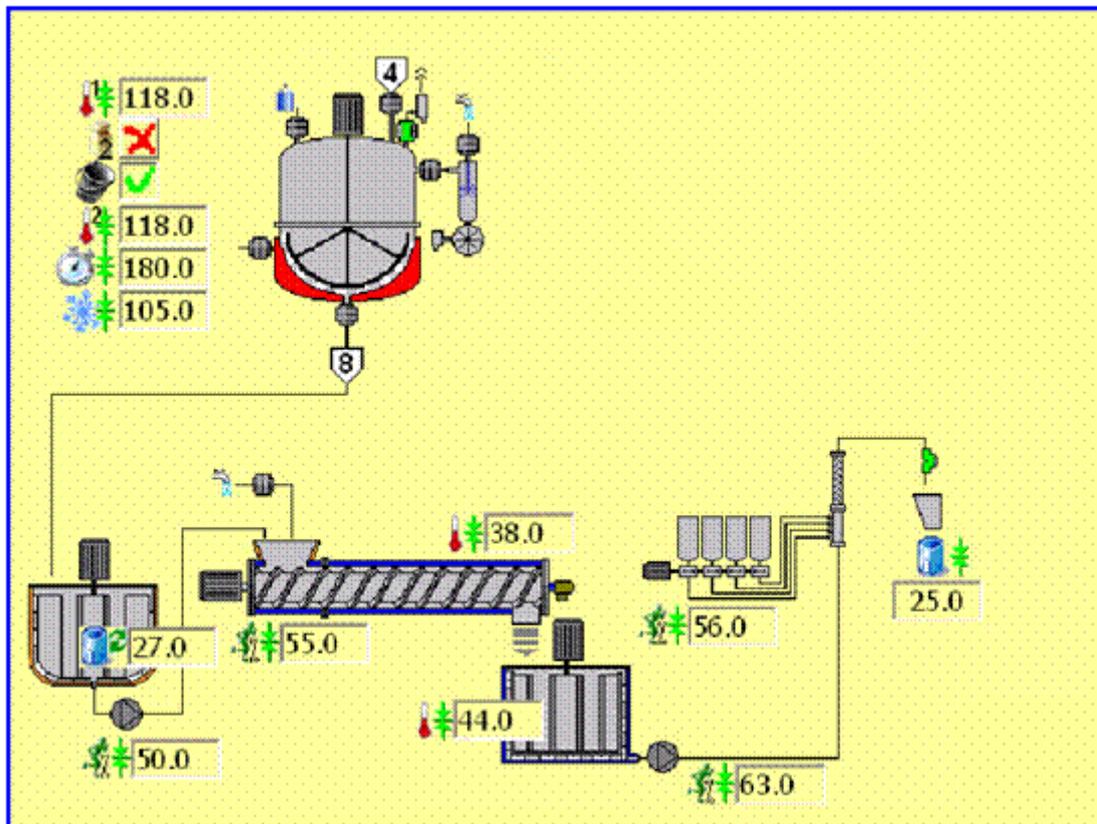
**Результаты анализа**

Органолептическая оценка: <input type="text"/>	Кислотность, град: <input type="text"/>
Средняя масса нетто: <input type="text"/>	Жир, %: <input type="text"/>
МД зольности в 10%НС: <input type="text"/>	Содержание глазури: <input type="text"/>
Степень теперирования (содержание SO2): <input type="text"/>	Содержание МД какао веллы (начевол): <input type="text"/>
Влажность изделия: <input type="text"/>	МД общего сахара: <input type="text"/>
Влажность корпуса начевол: <input type="text"/>	Степень измельчения: <input type="text"/>
Редуцирующие вещества, %: <input type="text"/>	Привес механические: <input type="text"/>

Место отбора пробы: <input type="text"/>	Заключение: <input type="text"/>
--	----------------------------------

Сохранить данные в журнале

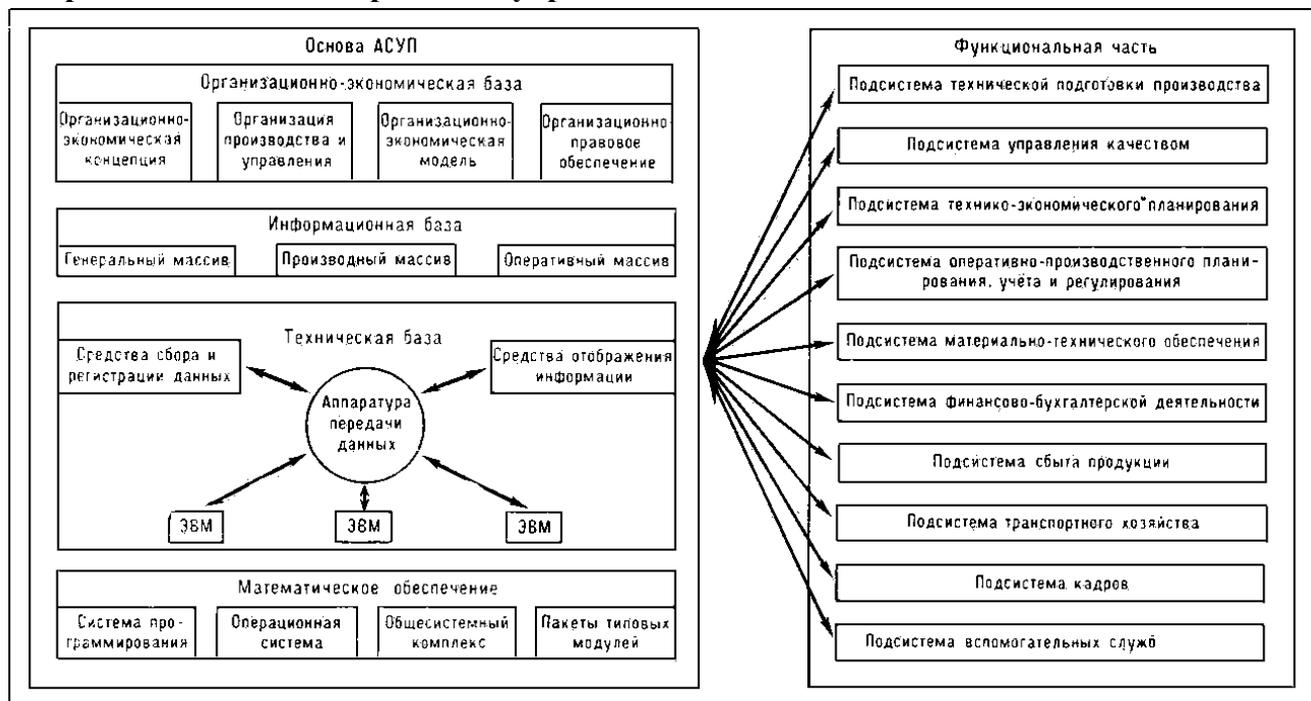
Отмена



## Автоматизированные системы управления производством

Автоматизированные системы управления предприятием (АСУП) являются сложным комплексом программных, организационных и технических решений, направленных на повышение эффективности управления производством за счёт автоматизации и формализации бизнес-процессов.

### Как работает автоматизированное управление?



### Принцип работы

Сегодня АСУП востребована не только промышленными предприятиями, как на заре их становления, но и во многих других отраслях: логистических, торговых, телекоммуникационных и страховых компаниях, государственных учреждениях, учреждениях высшего образования и многих других.

Несмотря на столь большое разнообразие сфер применения АСУП, каждая система разделяется на основные подсистемы, выполняющие определённые функции.

#### Типичные функции, выполняемые АСУП:

Управление персоналом – учёт рабочего времени и расчёт заработной платы, составление стратегии кадрового развития и адаптации персонала;

Управление финансами – бухгалтерский учёт и налоговая отчётность, управление счетами и дебиторской задолженностью, управление командировками, анализ финансовой деятельности предприятия и финансовых рисков;

Управление логистикой – планирование сбыта и запасов, управление складами и перевозками;

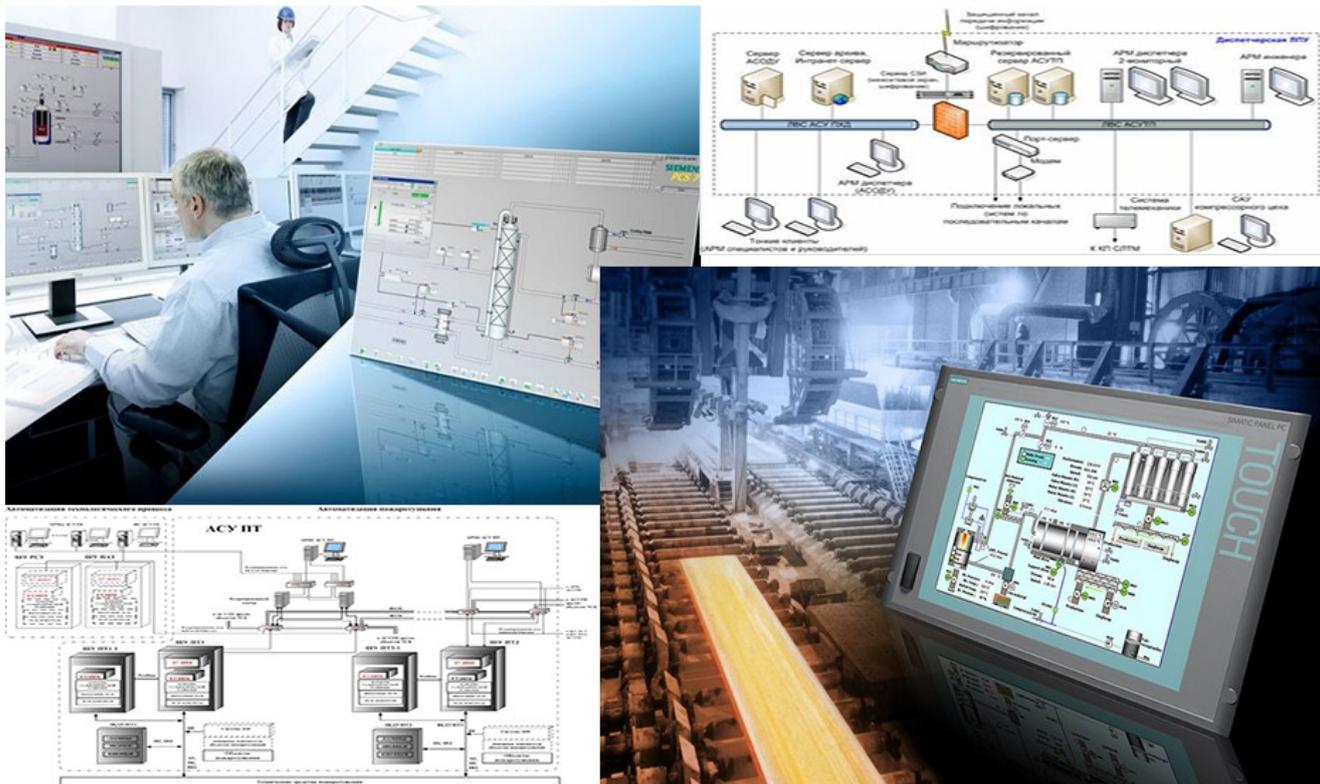
Управление производством – планирование производства, управление проектами и связь с логистической системой;

Управление закупками – выбор поставщика через прозрачную систему электронных торгов и контроль закупок;

Управление сбытом – управление каналами сбыта и ценообразованием.

В зависимости от сферы применения АСУП может дополняться подсистемами управления маркетингом, исследованиями и проектированием, электронной коммерции, управления биллингом.

### Техническая база



## Автоматизация

Для обеспечения функционирования АСУП требуется мощная техническая база, которая включает в себя современные средства вычислительной и офисной техники, конфигурируемое сетевое оборудование и каналы связи. Для хранения больших объёмов конфиденциальной информации требуются солидные дата-центры.

Для АСУП промышленного предприятия требуется связь с автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП), которые предоставляют необходимые для управления производством данные, и зачастую приходится внедрять такие АСУ ТП.

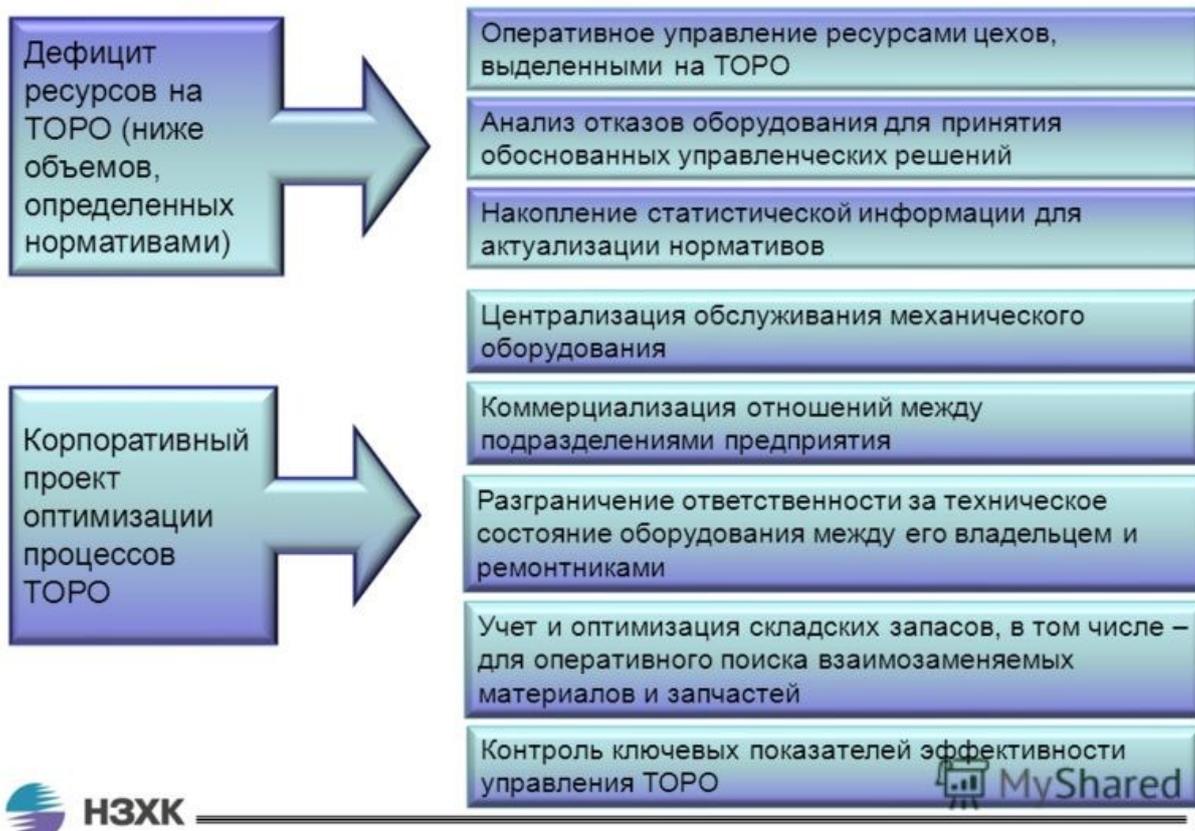
Типичный пример – включение склада готовой продукции в подсистемы управления логистикой и сбытом, что требует отслеживания каждой единицы продукции на складе в автоматическом режиме.

Основой любой АСУП и главной её ценностью являются экономико-математические модели, которые описывают бизнес-процессы производства. Модели определяют требуемые им входные данные и получаемые результаты. Реализуются модели в виде набора программных модулей, а хранение данных организовано в системах управления базами данных (СУБД).

Важной частью АСУП является её интерфейс общения с пользователем, ведь именно от его действий зависит эффективность системы. И чем дружелюбней будет интерфейс, информативней выходные документы и данные, тем большую пользу принесёт внедрение АСУП.

Для работы с системой разрабатывается набор инструкций и правил, производится обучение персонала работе с системой.

## ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ :



### Кому требуется АСУП?

Внедрение АСУП на производстве занимает значительное время и состоит из нескольких этапов:

Определение Поставщиком АСУП (далее – Поставщик) общего назначения системы и состава подсистем согласно технического задания Заказчика. Ознакомление специалистов Заказчика с примерами работающих систем на других предприятиях. Составление календарного плана выполнения работ. Определение критерия оценки эффективности системы;

Ознакомление специалистов Поставщика с бизнес-процессами предприятия. Выявление узких мест, требующих дополнительных корректирующих мероприятий (смотрите приведённый пример с АСУ ТП склада выше).

На этом этапе специалисты Поставщика получают максимально возможное количество информации от специалистов Заказчика, которые будут работать с системой.

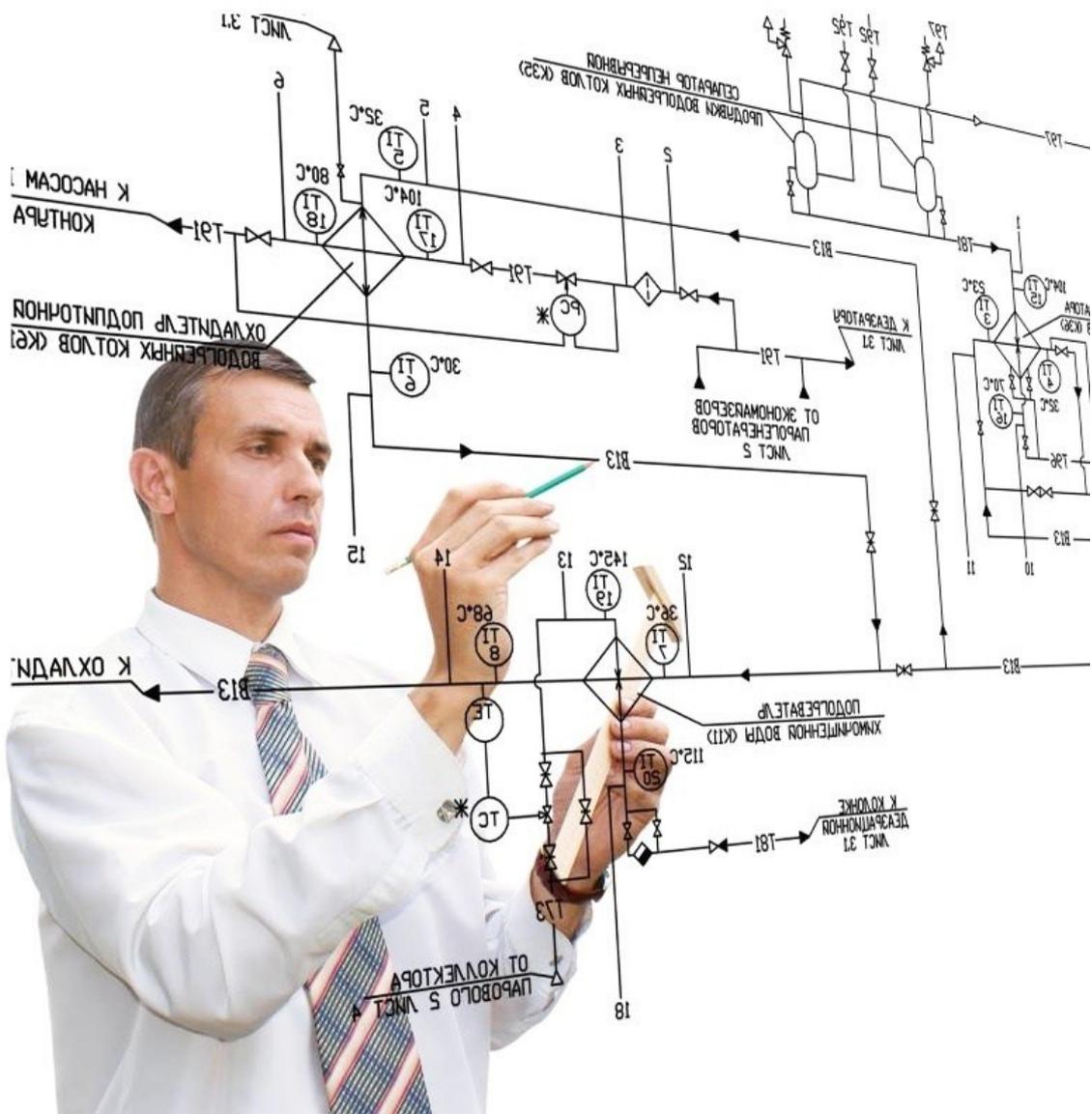
Корректировка календарного плана;

Развёртывание технических средств АСУП, внедрение и доработка программных модулей (моделей и алгоритмов). Этот этап проходит с непосредственным участием специалистов Заказчика, которые дают задание на адаптацию функций системы для своих нужд и, одновременно, проходят обучение по работе с системой;

Сдача системы в эксплуатацию, тестирование её функций, устранение замечаний, определение достижения поставленных целей по выбранным критериям. Обучению пользователей работе с системой. На этом этапе определяются дальнейшие пути развития системы;

Сопровождение и развитие системы.

### Выводы и итоги



### Разработка системы

Важно понимать, что АСУП это не система электронного документооборота, а сложная система с большим количеством внутренних и внешних связей, позволяющая повысить эффективность любого предприятия.

Из приведённого обзора состава АСУП и процесса её внедрения, могущего занимать не один год, понятно, что такие системы весьма недёшевы и позволить себе их могут крупные компании.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа представляет собой особую, высшую степень учебной деятельности. Она обусловлена индивидуальными психологическими различиями обучающегося и личностными особенностями и требует высокого уровня самосознания, рефлексивности. Самостоятельная работа может осуществляться как во внеаудиторное время (дома, в лаборатории), так и на аудиторных занятиях в письменной или устной форме.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам. Организуется, обеспечивается и контролируется данный вид деятельности студентов соответствующими кафедрами.

Самостоятельная работа предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т. д. Значимость самостоятельной работы выходит далеко за рамки отдельного предмета, в связи с чем выпускающие кафедры должны разрабатывать стратегию формирования системы умений и навыков самостоятельной работы. При этом следует исходить из уровня самостоятельности абитуриентов и требований к уровню самостоятельности выпускников, с тем чтобы за весь период обучения достаточный уровень был достигнут.

При проведении самостоятельной работы, связанной с проработкой теоретического материала, студентам предлагается законспектировать рассматриваемый вопрос, в случае необходимости задать возникшие вопросы на практическом занятии (лабораторной работе или на консультации).

При изучении дисциплины «Введение в профессию» практикуются следующие виды и формы самостоятельной работы студентов:

- выполнение практических работ;
- оформление отчётов;
- завершение практических работ;
- подготовка к устному опросу, к дискуссии
- подготовка к тестированию

Самостоятельная работа тесно связана с контролем (контроль также рассматривается как завершающий этап выполнения самостоятельной работы), при выборе вида и формы самостоятельной работы следует учитывать форму контроля.

Формы контроля при изучении дисциплины «Введение в профессию»:

- устный опрос;
- контрольная работа;
- отчет;
- письменная работа;
- тестирование.

Самостоятельная работа проводится в виде подготовительных упражнений для усвоения нового, упражнений при изучении нового материала, упражнений в процессе закрепления и повторения, упражнений проверочных и контрольных работ, а также для самоконтроля.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

- готовность студентов к самостоятельному труду;
- наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;
- консультационная помощь.

Самостоятельная работа может проходить в лекционном кабинете, лаборатории, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и т.д.

### **Рекомендации по организации аудиторной самостоятельной работы**

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются:

- выполнение практических работ по инструкциям; работа с литературой и другими источниками информации, в том числе электронными;
- само- и взаимопроверка выполненных заданий;

Выполнение практических работ осуществляется на практических занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Для обеспечения самостоятельной работы преподавателями разрабатываются методические указания по выполнению практической работы.

Работа с литературой, другими источниками информации, в т.ч. электронными может реализовываться на лекционных и практических занятиях. Данные источники информации могут быть представлены на бумажном и/или электронном носителях, в том числе, в сети Internet. Преподаватель формулирует цель работы с данным источником информации, определяет время на проработку документа и форму отчетности.

Само и взаимопроверка выполненных заданий чаще используется на лекционном, практическом занятии и имеет своей целью приобретение таких навыков как наблюдение, анализ ответов сокурсников, сверка собственных результатов с эталонами.

### **Рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы**

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

При предъявлении видов заданий на внеаудиторную самостоятельную работу рекомендуется использовать дифференцированный подход к уровню подготовленности обучающегося. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультацию с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, ориентировочного объема работы, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня литературы. В процессе консультации преподаватель предупреждает о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

Для методического обеспечения и руководства самостоятельной работой в образовательном учреждении разрабатываются учебные пособия, методические рекомендации по самостоятельной подготовке к различным видам занятий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня подготовленности обучающихся.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернет-ресурсов и др.;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц, глоссария для систематизации учебного материала; изучение словарей, справочников; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии, заданий в тестовой форме и др.;
- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; составление схем; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности и др.

Для обеспечения внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине преподавателем разрабатывается перечень заданий для самостоятельной работы, который необходим для эффективного управления данным видом учебной деятельности обучающихся.

Преподаватель осуществляет управление самостоятельной работой, регулирует ее объем на одно учебное занятие и осуществляет контроль выполнения всеми обучающимися группы. Для удобства преподаватель может вести ведомость учета выполнения самостоятельной работы, что позволяет отслеживать выполнение минимума заданий, необходимых для допуска к итоговой аттестации по дисциплине.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Обучающийся самостоятельно определяет режим своей внеаудиторной работы и меру труда, затрачиваемого на овладение знаниями и умениями по каждой дисциплине, выполняет внеаудиторную работу по индивидуальному плану, в зависимости от собственной подготовки, бюджета времени и других условий.

Ежедневно обучающийся должен уделять выполнению внеаудиторной самостоятельной работы в среднем не менее 3 часов.

При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией с целью уточнения задания, формы контроля выполненного задания.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проводиться в письменной, устной или смешанной форме с представлением продукта деятельности обучающегося. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы могут быть использованы зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др.

#### **Методические рекомендации по изучению теоретических основ дисциплин**

Изучение теоретической части дисциплин призвано не только углубить и закрепить знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы и организовать свое время.

Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

- знакомство с Интернет-источниками;

- подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы);

- подготовку и написание рефератов;

- выполнение контрольных работ;

- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены.

Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.

При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.

При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы. При написании контрольной работы ответ следует иллюстрировать схемами.

При выполнении самостоятельной работы по написанию реферата студенту необходимо: прочитать теоретический материал в рекомендованной литературе, периодических изданиях, на

Интернет-сайтах; творчески переработать изученный материал и представить его для отчета в форме реферата, проиллюстрировав схемами, диаграммами, фотографиями и рисунками.

Тексты контрольных работ и рефератов должны быть изложены внятно, простым и ясным языком.

При ответе на экзамене необходимо: продумать и четко изложить материал; дать определение основных понятий; дать краткое описание явлений; привести примеры. Ответ следует иллюстрировать схемами, рисунками и графиками.

Варианты тестов, контрольных заданий и критерии оценки приведены в ФОС по дисциплине «Введение в профессию» для направления подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике [Электронный ресурс] : учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Г. П. Плетнев. - 5-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2009. - 352 с. <http://www.nelbook.ru/reader/?book=23>

2. Советов, Б.Я. Теоретические основы автоматизированного управления: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - М. : Высш. шк., 2006. - 463 с.

3. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов: учеб. пособие: доп. УМО/ Л. И. Волчкевич. - 2-е изд., стер. - М. : Машиностроение, 2007. - 380 с. : рис. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 378.

4. Кринецкий И.И. Автомат принимает решение. - М : Машиностроение. 1977, 183 с