

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

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

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: Рыбалев А.Н.

Проектирование автоматизированных систем: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

Рассмотрен на заседании кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники 24.05.2017, протокол № 9.

©Амурский государственный университет, 2017  
©Кафедра автоматизации производственных  
процессов и электротехники, 2017  
©Рыбалев А.Н, составитель

## Содержание

Содержание.....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. КУРС ЛЕКЦИЙ.....	5
1.1. Введение. Основные понятия .....	5
1.2. Стадии и этапы создания автоматизированных систем .....	5
1.3. Проектные документы .....	5
1.4. Функциональные схемы автоматизации .....	5
1.5. Принципиальные электрические схемы .....	5
1.6. Принципиальные пневматические и гидравлические схемы .....	6
1.7. Щиты и пульты.....	6
1.8. Проводки.....	6
1.9. Вопросы безопасности.....	9
1.10. Проектирование пользовательского интерфейса.....	11
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ.....	27
3.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ .	37
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	40

## ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины – сформировать у студента знания о системном подходе, стадиях и этапах проектирования систем автоматизации управления, организации проектирования, проектной документации, практические навыки проектирования.

Задачи дисциплины - освоение принципов и современных методов проектирования систем автоматизации и управления в рамках существующих стандартов, овладение методиками объектно-ориентированного проектирования систем различного назначения, практическими навыками проектирования указанных систем и разработки прикладных программных средств.

В результате изучения дисциплины в соответствии с квалификационной характеристикой выпускников, студенты должны знать:

- методические и функциональные основы построения проекта на базе единых стандартов;
- терминологию, основные понятия и определения;
- методы моделирования процессов управления;
- методы программно-аппаратной реализации автоматизированных систем.

уметь:

- составлять техническое задание и техническое предложение на разработку автоматизированных систем и в соответствии с существующими стандартами;
- составлять функциональные и принципиальные схемы, схемы компоновки щитов и пультов управления, а также схемы их подключения.

владеть:

- навыками работы со справочной литературой и нормативно-справочными материалами;
- навыками разработки пользовательских интерфейсов.

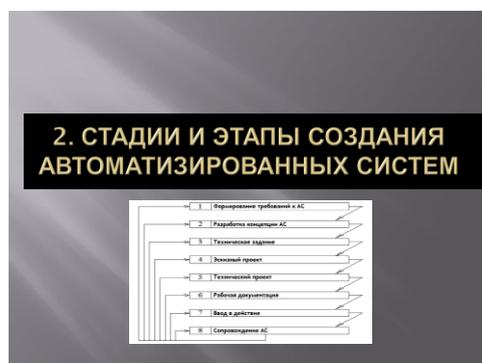
## 1. КУРС ЛЕКЦИЙ

*Внимание: материалы содержат многочисленные ссылки на стандарты и примеры документов. Для обеспечения их работоспособности необходимо получить у преподавателя архив «ГОСТы и примеры документов.rar» и извлечь из него файлы в текущую папку.*

### 1.1. Введение. Основные понятия



### 1.2. Стадии и этапы создания автоматизированных систем



### 1.3. [Проектные документы](#)

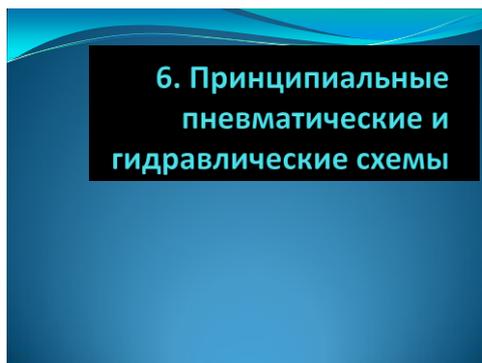
### 1.4. Функциональные схемы автоматизации



### 1.5. Принципиальные электрические схемы

Принципиальные электрические  
схемы

## 1.6. Принципиальные пневматические и гидравлические схемы



## 1.7. Щиты и пульты



ЩИТЫ И ПУЛЬТЫ

## 1.8. Проводки

Для передачи и потребления различных источников энергии (сжатого воздуха, жидких и газообразных сред и электропитания) в системах автоматизации применяется большое число ПЛС – так называемых трубных проводок и электрических линий связи (ЭЛС) – так называемых электрических проводок. Эти линии связи различного назначения служат для соединения мест отбора импульсов с приборами-датчиками, датчиков – со вторичными регистрирующими и регулирующими приборами, а последних – с исполнительными механизмами.

**Трубные проводки систем автоматизации** представляют собой собранный комплект труб, соединительных и присоединительных устройств различного назначения, запорной арматуры, закладных, крепежных и установочных деталей, узлов и конструкций, проложенных и закрепленных на элементах зданий, сооружений и технологическом оборудовании.

Трубопроводами называются устройства, служащие для транспортировки жидких и газообразных сред различного назначения и состоящие из плотно соединенных между собой прямых участков труб, деталей трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, приборов и средств автоматизации, опорных конструкций и монтажных изделий, прокладок и соединителей, а также тепло-изоляционных и антикоррозионных материалов.

Трубопроводная линия – это участок трубной проводки, по которому транспортируются жидкие или газообразные среды, соединяющий между собой приборы и средства автоматизации, аппараты и технологические установки.

Деталь трубной проводки – это элементарная часть трубопровода, не имеющая разъемных соединений (фланец, патрубок, тройник, штуцер, отвод, заглушка, переход и др.), а также отдельные монтажные изделия, входящие в конструкцию трубной проводки (опорные конструкции, метизы, компенсаторы, подвески и др.).

**Элемент** – часть узла трубной проводки, не имеющей го разъемных соединений. Он состоит из сваренных между собой отрезков труб и деталей или только монтажных изделий.

**Узел** – ограниченная транспортным габаритом части линии трубной проводки, которая по размерам и кои конфигурации может быть установлена в проектное положение или подлежит последующей укрупнительной сборке в монтажно-заготовительных мастерских в блоки. Узел состоит из нескольких элементов и арматуры, собранных на разъемных и неразъемных соединителях.

**Блок** – собранная линия трубной проводки или части ее, состоящая из одного или нескольких узлов и арматуры, собранных на опорных конструкциях с использованием разъемных и неразъемных соединителей.

**Блочный монтаж систем автоматизации** – это работы по установке закладных, опорных и несущих конструкций, блочной прокладке и соединению трубных и электрических проводок, сборке и установке щитов и пультов управления, ЭВМ, микропроцессоров, мнемосхем или дисплеев для отображения информации, установке приборов, регуляторов, исполнительных механизмов и других локальных средств автоматизации.

**Индустриальный монтаж систем автоматизации** – это работы, выполняемые на объекте укрупненными комплектными узлами и трубными блоками, изготовленными на промышленных предприятиях или монтажно-заготовительных мастерских монтажных управлений.

Закладная конструкция или закладной элемент представляют собой собранную конструкцию или отдельную деталь в виде мерного швеллера, уголка, гильзы, патрубка, металлической плиты с сваренными гильзами, короба с песочным затвором, бобышки, штуцер встраиваемых в строительные конструкции или технологическое оборудование.

Опорная конструкция (кронштейны, специальные стойки и стенды, обхваты для колонны и другие изделия) закрепляется на строительном или технологическом основании и предназначена для монтажа трубных и электрических проводок, приборов, отдельных частей систем и средств автоматизации.

Несущая конструкция (стальные короба, лотки, полки и другие изделия) опирается на опорные конструкции и служит для закрепления и поддержания трубных и электрических проводок, а также средств автоматизации.

Внутренняя трубная проводка представляет собой трубную проводку (или часть ее), проложенную в закрытом помещении. Наружная трубная проводка представляет собой проводку (или часть ее), проложенную по наружным стенам зданий и сооружений под навесами, по эстакадам и другим наружным сооружениям.

**Открытая трубная проводка** – это трубная проводка (или часть ее), проложенная открыто по стенам, потолкам, эстакадам и в открытых каналах. Скрытая трубная проводка – это трубная проводка (или часть ее), проложенная внутри стен, полов, потолков, за обшивками технологических аппаратов, в закрытых каналах и тоннелях, в земле и фундаментах.

Групповая трубная проводка состоит из четырех и более труб и пневмокабелей, проложенных вместе на одной опорной конструкции.

Трубный блок состоит из определенного числа труб необходимой длины и конфигурации, уложенных и закрепленных в определенном порядке на опорных деталях (обоймах) или несущих конструкциях и полностью подготовленных к соединению со смежными элементами трубных проводок или таких же трубных блоков.

**Электрические проводки** – это соединительные линии, применяемые для обеспечения электроконтактного соединения различных элементов и средств систем автоматизации (первич-

ных и вторичных приборов и регуляторов, щитков питания с пускорегулирующей аппаратурой, электроприводами и сигнальной арматурой).

В качестве электрических проводок могут быть использованы электрические провода и кабели с медными, медно-алюминиевыми и алюминиевыми жилами. Однако для надежной и безаварийной работы систем автоматизации необходимо в следующих случаях применять провода и кабели с медными жилами: во взрывоопасных помещениях классов В-1 и В-1а, на электростанциях с генераторами мощностью 100 МВт. и выше, на подстанциях с напряжением 220 кВ и выше, для механизмов систем загрузки доменных печей, а также механизмов главной линии обжимных и непрерывных прокатных станов, для передвижных установок, где требуется применение гибких проводов, для устройств телемеханики при диаметре жил проводов и кабелей 0,5–1 мм в установках, подверженных вибрации.

В измерительных цепях контрольных и регулирующих приборов, принцип действия которых основан на преобразовании измеряемой величины в электрическое сопротивление чувствительного элемента датчика, при напряжении 4,5 В и ниже также следует применять провода и кабели с медными жилами (например, в цепях термометров сопротивления). Эта рекомендация обусловлена возможным увеличением (в случаях применения алюминиевых жил) переходного сопротивления в местах присоединения проводов и кабелей и на основании этого возрастанием погрешности измерения.

Под электрической проводкой в системах контроля и автоматики понимают совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним различного вида креплениями, опорами, поддерживающими и защитными конструкциями.

В зависимости от условий работы электрические проводки разделяются на внутренние и наружные. Внутренней называется электрическая проводка, проложенная внутри зданий, сооружений и помещений и защищенная от непосредственного атмосферного воздействия. Наружной называется электрическая проводка, проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, между ними, под навесами, а также на опорах с пролетами до 25 м вне улиц и дорог и подвергающаяся непосредственному атмосферному воздействию.

По способу выполнения электрические проводки разделяются на открытые, проложенные по поверхности стен и потолков, по фермам, и скрытые, проложенные в конструктивных элементах зданий (стенах, полах, перекрытиях). Открытая проводка может быть стационарной, передвижной и переносной.

По назначению электрические проводки делятся на пирометрические и электрические; по способу выполнения – на измерительные, командные и линии питания.

К измерительным проводкам относятся: пирометрические импульсные цепи, соединяющие первичные устройства (термометры, пирометры) со вторичными приборами (милливольтметрами и потенциометрами); проводки постоянного тока, соединяющие термометры сопротивления с логометрами или мостами; датчики газоанализаторов с вторичными приборами; проводки индукционной системы, работающие на переменном электрическом токе напряжением 127 В и соединяющие первичные устройства (расходомеры, тягонапоромеры, уровнемеры) с вторичными приборами; проводки переменного тока, соединяющие датчики и первичные устройства с вторичными приборами.

Командные проводки соединяют командные приборы и устройства с исполнительными механизмами и сигнальными устройствами.

Ввод питания может быть от воздушной линии, из трансформаторной и других устройств. Вводом от воздушной линии называется электрическая проводка, соединяющая наружную проводку с внутренней, считая от изоляторов, установленных на наружной стене (крыше) здания, до вводных устройств.

**Короб** – конструкция прямоугольного или другого профиля, предназначенная для прокладки проводов и кабелей при открытой электрической проводке внутри и снаружи помещений и служащая для защиты электрических проводок от механических повреждений.

Защищенным изолированным проводом называется провод, имеющий поверх электрической изоляции металлическую или иную оболочку, предохраняющую провод от механических по-

вреждений (обмотка и оплетка провода пряжей не является такой защитой). Незащищенным изолированным проводом называется провод, изоляция которого не предохранена специальной оболочкой от механических повреждений.

**Кабельная линия** – линия для передачи электрической энергии или отдельных импульсов, состоящая из одного или нескольких кабелей с соединительными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями.

Кабельное сооружение предназначено для размещения в нем кабелей (кабельные коллекторы, туннели, каналы, шахты и кабельные колодцы).

Схемы, применяемые при монтаже проводок систем автоматизации.

**Элемент схемы** – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резистор, трансформатор, насос, распределитель, муфта и т. п.).

**Устройство** – совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (блок, шкаф, механизм, разделительная панель и т. п.). Устройство может не иметь в изделии определенного функционального назначения.

**Функциональная группа** – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию. Функциональная часть – элемент, устройство, функциональная группа. Функциональная цепь – линия, канал, тракт определенного назначения (канал звука, видеоканал, тракт СВ Ч и т. п.).

**Линия взаимосвязи** – отрезок линии, указывающей на наличие связи между функциональными частями изделия.

**Установка** – условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема, например главные цепи.

**Структурная схема** определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи.

Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий (установок) на стадиях, предшествующих разработке схем других типов. Ими пользуются для общего, ознакомления с изделием (установкой).

**Функциональная схема** разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или в изделии (установке) в целом. Функциональными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке, контроле и ремонте.

**Принципиальная (полная) схема** определяет полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия (установки). Принципиальными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке, контроле и ремонте. Они служат основанием для разработки схем соединений (монтажных) и чертежей.

Схема соединений (монтажная схема) показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т. п.).

Этими схемами пользуются при разработке, в первую очередь, чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для осуществления присоединений, при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок).

Схемами подключения, показывающими внешние подключения изделия, пользуются для подключения изделий и при их эксплуатации.

Общая схема определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации.

## 1.9. Вопросы безопасности

Неправильное заземление электрооборудования – одна из основных причин периодических сбоев в работе систем промышленной автоматизации, увеличения погрешности средств измере-

ний, выхода из строя датчиков и других видов электро и прочего оборудования, а также причина искажения и потери передаваемых данных по каналам промышленных сетей.

Согласно ПУЭ (правилам устройства электроустановок) заземлением называется преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

Заземляющим устройством может являться как поверхность Земли, так и какой-либо общий провод электрической системы относительно которого измеряется потенциал. Например, на самолетах заземляющим устройством будет являться его корпус. Необходимо отметить, что в таких случаях, когда отсутствует непосредственное соприкосновение заземляющего устройства с поверхностью Земли, потенциал заземляющего устройства не равен нулю относительно поверхности Земли. В примере с самолетом потенциал корпуса может быть равным нескольким тысячам вольт относительно поверхности Земного шара. Такой вариант заземления встречается и в промышленной автоматизации, так например, в модулях ввода аналоговых сигналов ПЛК гальваноразвязка сделана таким образом, что внутреннее аналоговое заземление напрямую не соединяется с поверхностью Земли или же соединяется с ней через значительное сопротивление доходящее до десятков мегаом.

Существуют два основных типа заземления электрооборудования: рабочее и защитное. Рабочее заземление токоведущих частей электроустановки устанавливается для обеспечения нормального функционирования электроустановки и не несет в себе функций электробезопасности. Защитное же заземление, как раз выполняется в целях электробезопасности для защиты электрооборудования и людей от воздействия электрического тока при нарушении штатной работы электроустановок, а также во время попадания разрядов молнии.

В промышленной автоматизации часто применяется еще один вид заземления, называемый сигнальным заземлением. В этом случае с заземляющим устройством соединяются цепи (сигнальные) по которым передается информационный сигнал. Характерными особенностями таких сигнальных цепей является небольшой протекающий ток, поэтому их также называют слаботочными.

Когда речь заходит о заземлении нужно также уметь оперировать такими терминами, как глухозаземленная и изолированная нейтраль, нулевой провод и зануление.

Глухозаземленной будет называться такая нейтраль генератора или же трансформатора, которая имеет непосредственное соединение с заземляющим устройством, либо же соединение через небольшое сопротивление, например сопротивление которое возникает при подключении через трансформатор тока. Изолированная же нейтраль напротив, не имеет соединения с заземляющим устройством или соединяется с ним через большое сопротивление. Нулевой провод – это проводник в электроустановках, который присоединяется на глухозаземленную нейтраль. И наконец, занулением называется присоединение электрооборудования к глухозаземленной нейтрали генератора или трансформатора.

Электроустановки систем автоматизации технологических процессов в пожароопасных зонах должны отвечать требованиям Главы 7.4 ПУЭ шестого издания, раздела 7 ВСН 205-84/ММСС СССР, а также действующим в различных отраслях промышленности отраслевым правилам и норм проектирования и эксплуатации пожароопасных производств. На электроустановки систем автоматизации в пожароопасных зонах распространяются также требования других глав и разделов ПУЭ и ВСН 205-84/ММСС СССР в той мере, насколько они не изменены главой 7.4 ПУЭ и разделом 7 ВСН 205-84/ММСС СССР (последнее относится и к настоящему пособию).

Главное требование, предъявляемое к выполнению электроустановок систем автоматизации в пожароопасных зонах состоит в том, что примененные приборы, аппараты, средства автоматизации, установочные изделия, электрические проводки, другие компоненты систем автоматизации не должны служить источником возникновения пожаров.

Это, в свою очередь, накладывает определенные дополнительные требования (по сравнению с непожароопасными производствами) на выбор элементной базы систем автоматизации, выполнение электрических проводок, систем электропитания, щитовых помещений и др.

1.3. Классификация пожароопасных зон для выбора электрооборудования установлена главой 7.4 ПУЭ. При этом следует иметь в виду, что согласно пункту 7.4.9 ПУЭ класс пожароопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологиями совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации. Разработчики систем автоматизации технологических процессов классификацию пожароопасных зон должны получить в задании на проектирование объекта. Однако, принцип классификации пожароопасных зон, характеристики классов зон проектировщики должны знать досконально (приложение 1).

Помимо классификации пожароопасных зон по ПУЭ (для выбора электрооборудования) СНиП 2.09.02-85 «Производственные здания» дает классификацию производственных зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, которая необходима для разработки технологической и строительной части проекта.

СНиП 2.09.02-85 подразделяет производственные здания и помещения по категории А, Б, В, Г, Д в зависимости от размещаемых в них технологических процессов и свойств находящихся (обрабатываемых) веществ и материалов.

Категория зданий и помещений по СНиП 2.09.02-85 (приложение 2) устанавливается в технологической части проекта в соответствии с общесоюзными нормами технологического проектирования ОНТП 24-86 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности».

Пункт 7.4.9 ПУЭ устанавливает связь между классификацией пожароопасных зон по ПУЭ и категориями зданий и помещений по СНиП 2.09.02-85.

В нем говорится, что в помещениях с производствами категории В электрооборудование должно удовлетворять требованиям главы 7.4 ПУЭ к электроустановкам в пожароопасных зонах соответствующего класса.

Электрические приборы, аппараты, средства автоматизации во всех случаях следует стремиться выносить за пределы пожароопасных зон, если это допустимо по условиям эксплуатации и не влечёт за собой неоправданных затрат.

2.2. При необходимости размещения приборов, аппаратов и средств автоматизации в пожароопасных зонах должны быть выполнены требования, изложенные в главе 7.4 ПУЭ (пункты 7.4.20 - 7.4.25), а сами приборы и аппараты, вносимые в пожароопасные зоны, должны удовлетворять требованиям действующих стандартов, устанавливающих степень защиты оболочек приборов от проникновения твердых тел и воды, в частности, ГОСТ 12997-84 «Изделия ГСП. Общие технические условия» (пункты 2.25 и 2.26), а также стандартов или технических условий на изделия конкретных групп (видов) приборов и средств автоматизации.

## [Взрывозащита. Теория обеспечения взрывозащиты опасных производственных процессов](#)

### 1.10. Проектирование пользовательского интерфейса

На ранних этапах развития вычислительной техники пользовательский интерфейс рассматривался как средство общения человека с операционной системой и был достаточно примитивным.

С появлением интерактивного программного обеспечения стали использоваться специальные пользовательские интерфейсы. В настоящее время основной проблемой является разработка интерактивных интерфейсов к сложным программным продуктам, рассчитанным на использование непрофессиональными пользователями.

## **Типы пользовательских интерфейсов и этапы их разработки**

**Пользовательский интерфейс** – совокупность программных и аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие пользователя с компьютером. **Основа взаимодействия** – диалоги.

**Диалог** – регламентированный обмен информацией между человеком и компьютером, осуществляемый в реальном масштабе времени и направленный на совместное решение конкретной задачи: обмен информацией и координация действий. Каждый диалог состоит из отдельных процессов ввода-вывода, которые физически обеспечивают связь пользователя и компьютера.

Обмен информацией осуществляется передачей сообщений и управляющих сигналов.

**Сообщение** – порция информации, участвующая в диалоговом обмене.

#### **Виды сообщений:**

- входные сообщения, которые генерируются человеком с помощью средств ввода: клавиатуры, манипуляторов (мышь, и.т.п.);
- выходные сообщения, которые генерируются компьютером в виде текстов, звуковых сигналов и/или изображений и выводятся пользователю на экран монитора или другие устройства вывода информации.

*Пользователь генерирует сообщения типа:*

- запрос информации,
- запрос помощи,
- запрос операции или функции,
- ввод или изменение информации,
- выбор поля кадра.

*Получает в ответ:*

- подсказки или справки,
- информационные сообщения, не требующие ответа,
- приказы, требующие действий,
- сообщения об ошибках, нуждающиеся в ответных действиях,
- изменение формата кадра.

#### **Основные устройства, обеспечивающие выполнение операций ввода-вывода.**

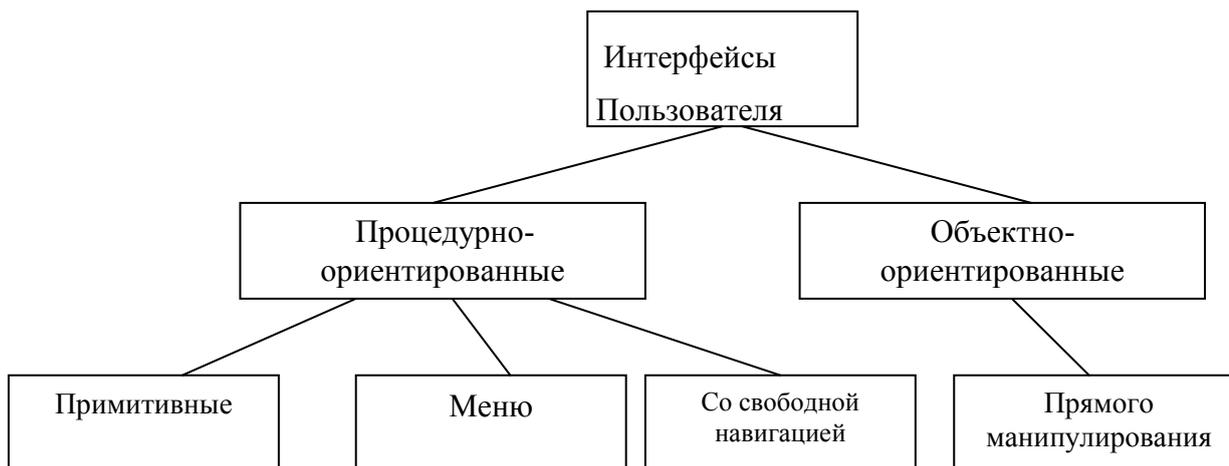
##### *Для вывода сообщений:*

- монохромные и цветные мониторы – вывод оперативной текстовой и графической информации;
- принтеры – получение «твердой копии» текстовой и графической информации;
- графопостроители – получение твердой копии графической информации;
- синтезаторы речи – речевой вывод;
- звукогенераторы – вывод музыки.

##### *Для ввода сообщений:*

- клавиатура – текстовый ввод;
- планшеты – графический ввод;
- сканеры – графический ввод;
- манипуляторы, световое перо, сенсорный экран – позиционирование и выбор информации на экране.

#### **Типы интерфейсов**



Типы интерфейсов

*Процедурно-ориентированные интерфейсы* используют модель взаимодействия с пользователем, основанную на понятиях «процедура» и «операция». Программное обеспечение предоставляет пользователю возможность выполнения некоторых *действий*, для которых пользователь определяет соответствующие данные и следствием выполнения которых является получение желаемых результатов.

*Объектно-ориентированные интерфейсы* используют модель взаимодействия с пользователем, ориентированную на манипулирование *объектами* предметной области. Пользователю предоставляется возможность напрямую взаимодействовать с каждым объектом и инициировать выполнение операций, в процессе которых взаимодействуют несколько объектов. Задача пользователя формулируется как целенаправленное изменение некоторого объекта, имеющего внутреннюю структуру, определенное содержание и внешнее символическое или графическое представление. Например, модель реальной системы или процесса, база данных, текст и т.д. Элементы интерфейсов данного типа включены в пользовательский интерфейс Windows. Например, пользователь может «взять» файл и «переместить» его в другую папку. Таким образом, он инициирует выполнение операции перемещения файла.

*Примитивным* называют интерфейс, который организует взаимодействие с пользователем в консольном режиме. Такой интерфейс реализует конкретный сценарий работы программного обеспечения, например: ввод данных – решение задачи – вывод результата. Обычно используются при обучении программированию или когда программа реализует одну функцию.

*Интерфейс-меню* позволяет выбрать необходимые операции из специального списка, выводимого ему программой. Эти интерфейсы предполагают реализацию множества сценариев работы, последовательность действий в которых определяется пользователем. Различают одноуровневые и иерархические меню.

*Интерфейсы со свободной навигацией* называют *графическими пользовательскими интерфейсами*. Интерфейсы этого типа ориентированы на использование экрана в графическом режиме с высокой разрешающей способностью.

Графические интерфейсы поддерживают концепцию интерактивного взаимодействия с программным обеспечением, осуществляя визуальную обратную связь с пользователем и возможность прямого манипулирования объектами и информацией на экране.

В отличие от интерфейса-меню интерфейс со свободной навигацией обеспечивает возможность осуществления любых допустимых в конкретном состоянии операций, доступ к ко-

торым возможен через различные интерфейсные компоненты. Например, окна программ, реализующих интерфейс Windows, обычно содержат:

- меню различных типов: ниспадающее, кнопочное, контекстное;
- разного рода компоненты ввода данных.

Причем выбор следующей операции в меню осуществляется как мышью, так и с помощью клавиатуры.

*Особенность интерфейса со свободной навигацией* - способность изменяться в процессе взаимодействия с пользователем, предлагая выбор только тех операций, которые имеют смысл в конкретной ситуации. Реализуют интерфейсы со свободной навигацией, используя событийное программирование и объектно-ориентированные библиотеки, что предполагает применение визуальных сред разработки программного обеспечения.

*Интерфейс прямого манипулирования* предполагает, что взаимодействие пользователя с программным обеспечением осуществляется посредством выбора и перемещения *пиктограмм*, соответствующих объектам предметной области. Для реализации таких интерфейсов также используют событийное программирование и объектно-ориентированные библиотеки.

**Этапы разработки пользовательского интерфейса.** Разработка пользовательского интерфейса включает те же основные этапы, что и разработка программного обеспечения:

- постановка задачи – определение типа интерфейса и общих требований к нему;
- анализ требований и определение спецификаций – определение сценариев использования и пользовательской модели интерфейса;
- проектирование – проектирование диалогов и их реализация в виде процессов ввода-вывода;
- реализация – программирование и тестирование интерфейсных процессов.

### **Психофизические особенности человека, связанные с восприятием, запоминанием и обработкой**

При проектировании пользовательских интерфейсов необходимо учитывать психофизические особенности человека, связанные с восприятием, запоминанием и обработкой информации.

Исследованием принципов работы мозга человека занимается *когнитивная психология*.

*Информация о внешнем мире поступает в наш мозг в огромных количествах. Часть мозга, которую условно можно назвать «процессором восприятия», постоянно без участия сознания перерабатывает ее, сравнивая с прошлым опытом, и помещает в хранилище уже в виде зрительных, звуковых и прочих образов. Любые внезапные или просто значимые для нас изменения в окружении привлекают наше внимание, и тогда интересующая нас информация поступает в кратковременную память. Если же наше внимание не было привлечено, то информация в хранилище пропадает, замещаясь следующими порциями.*

*В каждый момент времени фокус внимания может фиксироваться в одной точке. Поэтому, если возникает необходимость «одновременно» отслеживать несколько ситуаций, то обычно фокус перемещается с одного отслеживаемого элемента на другой. При этом внимание «рассредоточивается», и какие-то детали могут быть упущены.*

Обработка процессором восприятия требует некоторого времени и, если сигнал выдается в течение времени, меньшем времени обработки, то наш мозг его не воспринимает.

Восприятие во многом основано на мотивации. Например, если человек голоден, то он в первую очередь будет замечать все съедобное, а если устал – то, войдя в комнату, он в первую очередь увидит диван или кровать.

В процессе переработки информации мозг сравнивает поступающие данные с предыдущими.

При смене кадра мозг на некоторое время блокируется: он «осваивает» новую картинку, выделяя наиболее существенные детали. А значит, если необходима быстрая реакция пользователя, то резко менять картину не стоит.

*Краткосрочная память – самое «узкое» место «системы обработки информации» человека. Ее емкость приблизительно равна  $7 \pm 2$  несвязанных объектов. Не востребованная информация хранится в краткосрочной памяти не более 30 с.*

При проектировании интерфейсов следует иметь в виду, что подавляющему большинству людей сложно, например, запомнить и ввести на другом экране число, содержащее более 5 цифр (7-2), или некоторое сочетание букв.

Долговременная память человека – хранилище информации с неограниченной емкостью и временем хранения. Однако доступ к этой информации непрост: по всей вероятности, механизмы извлечения информации из памяти имеют ассоциативный характер. Специальная методика запоминания информации (*мнемоника*) использует именно это свойство памяти: для запоминания информации ее «привязывают» к тем данным, которые память уже хранит и позволяет легко получить.

Поскольку доступ к долговременной памяти затруднен, целесообразно рассчитывать не на то, что пользователь вспомнит нужную информацию, а на то, что он ее узнает. Поэтому интерфейс типа меню так широко используется.

**Особенности восприятия цвета.** Цвет в сознании человека ассоциируется с эмоциональным фоном. Теплые цвета: красный, оранжевый, желтый человека возбуждают, а холодные: синий, фиолетовый, серый – успокаивают. Причем цвет является очень сильным раздражителем, поэтому применять цвета в интерфейсе необходимо крайне осторожно.

Обилие оттенков привлекает внимание, но быстро утомляет. Поэтому не стоит ярко раскрашивать окна, с которыми пользователь будет долго работать. Необходимо учитывать и индивидуальные особенности восприятия цветов человеком, например, каждый десятый человек плохо различает какие-то цвета, поэтому в ответственных случаях необходимо предоставить пользователю возможность настройки цветов.

**Особенности восприятия звука.** В интерфейсах звук обычно используют с разными целями: для привлечения внимания, как фон, обеспечивающий некоторое состояние пользователя, как источник дополнительной информации. Следует учитывать, что большинство людей очень чувствительны к звуковым сигналам, особенно, если последние указывают на наличие ошибки. Поэтому при создании звукового сопровождения целесообразно предусматривать возможность его отключения.

**Субъективное восприятие времени.** Человеку свойственно субъективное восприятие времени. Занятый человек обычно времени не замечает. Зато в состоянии ожидания время тянется бесконечно, что связано с тем, что в это время мозг оказывается в состоянии информационного вакуума. К аналогичному состоянию приводит усталость: информация поступает, но больше обрабатывается, а потому и ход времени замедляется.

При ожидании более 1-2 с пользователь может отвлечься, «потерять мысль», что неблагоприятно сказывается на результатах работы и увеличивает усталость, так как каждый раз после ожидания много сил тратится на включение в работу.

Сократить время ожидания можно, заняв пользователя, но не отвлекая его от работы. Например, можно предоставить ему какую-либо информацию для обдумывания. По возможности целесообразно выводить пользователю промежуточные результаты: во-первых, он будет занят их обдумыванием, во-вторых, по ним он сможет оценить будущие результаты, и отменит операцию, если они его не удовлетворяют.

Для «развлечения» пользователя используется анимация. *Например, в Windows при копировании файлов демонстрируется «ролик» с летающими листочками. Следует иметь в виду, что, когда какую-либо анимацию смотришь первый раз, то это интересно, а когда в течение получаса наблюдаешь, как «летают» листочки при получении информации из Интернета,, то это начинает раздражать.*

Чтобы уменьшить раздражение, возникающее при ожидании, необходимо соблюдать основное правило: информировать пользователя, что заказанные им операции потребуют некоторого времени выполнения. Для этого используют индикаторы оставшегося времени, анимированные объекты, как в Интернете, и изменение формы курсора мыши на песочные часы. Очень важно точно обозначить момент, когда система готова продолжать работу. Обычно для этого используют значительные изменения внешнего вида экрана.

Взаимодействие пользователя с интерфейсом будет определяться не только *физическими возможностями и особенностями* человека, но и пользовательской моделью интерфейса.

## **Пользовательская и программная модели интерфейса**

Модели пользовательского интерфейса:

- модель программиста;
- модель пользователя;
- программная модель.

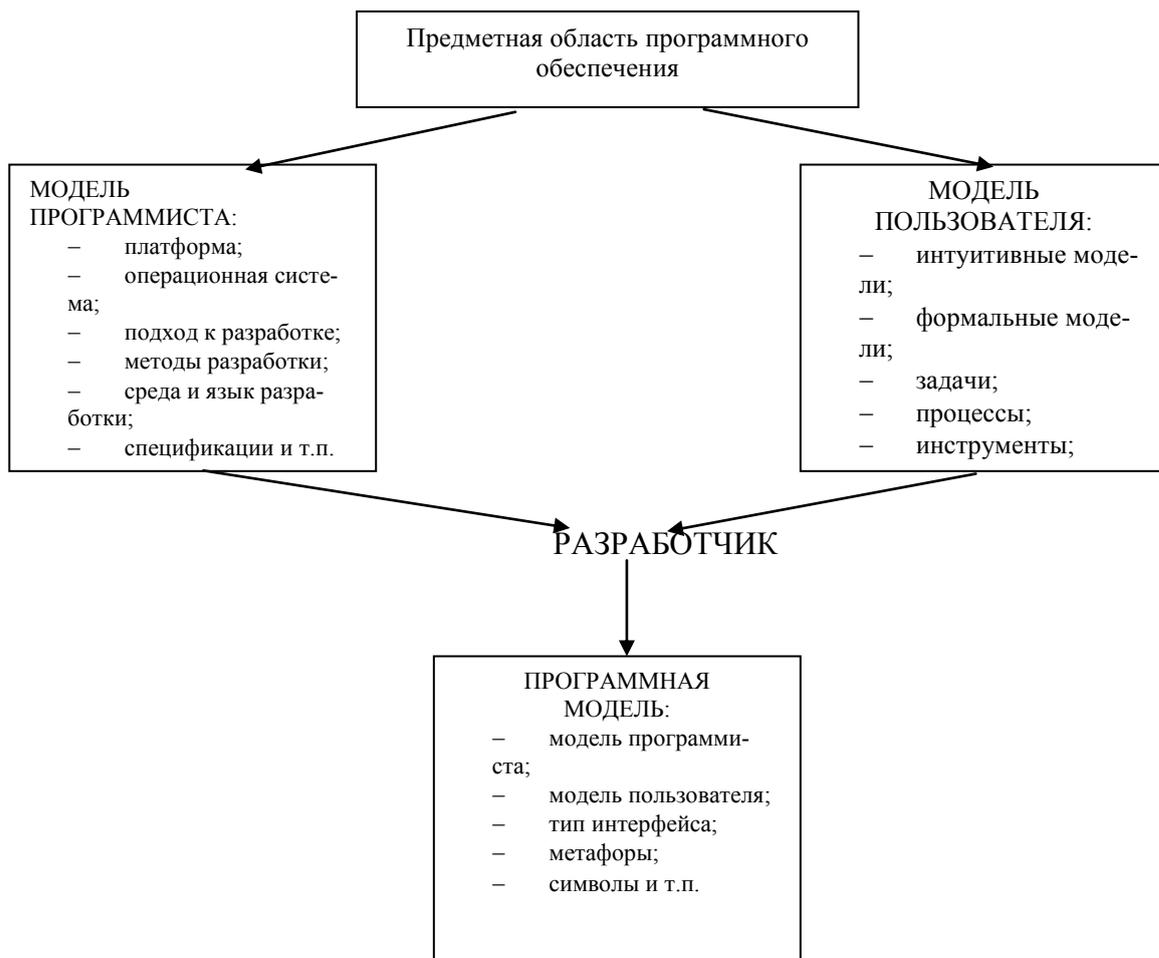
Программист, разрабатывая пользовательский интерфейс, исходит из того, управление какими операциями ему необходимо реализовать, как это осуществить, не затрачивая ни существенных ресурсов компьютера, ни своих сил и времени. Его интересуют функциональность, эффективность, технологичность, внутренняя стройность и другие, не связанные с удобством пользователя характеристики программного обеспечения. Поэтому большинство интерфейсов существующих программ вызывают серьезные нарекания пользователей.

*Пользовательская модель интерфейса* – это совокупность обобщенных представлений конкретного пользователя или некоторой группы пользователей о процессах, происходящих во время работы программы или программной системы. Эта модель базируется на *особенностях* опыта конкретных пользователей, который характеризуется:

- уровнем подготовки в предметной области разрабатываемого программного обеспечения;
- интуитивными моделями выполнения операций в этой предметной области;
- уровнем подготовки в области владения компьютером;
- устоявшимися стереотипами работы с компьютером.

Для построения пользовательской модели необходимо изучить перечисленные выше особенности опыта предполагаемых пользователей программного обеспечения. С этой целью используют опросы, тесты и даже фиксируют последовательность действий, осуществляемых в процессе выполнения некоторых операций, на пленку.

Приведение в соответствие моделей пользователя и программиста, а также построение на их базе программной модели интерфейса задача непростая.



### Процесс проектирования пользовательского интерфейса

Интуитивные модели выполнения операций в предметной области должны стать основой для разработки интерфейса, а потому в большинстве случаев их необходимо не менять, а уточнять и совершенствовать.

**Критерии оценки интерфейса пользователем.** Основные критерии интерфейсов пользователя:

- простота освоения и запоминания операций системы – конкретно оценивают время освоения и продолжительность сохранения информации в памяти;
- скорость достижения результатов при использовании системы – определяется количеством вводимых или выбираемых мышью команд и настроек;
- субъективная удовлетворенность при эксплуатации системы (удобство работы, утомляемость и т.д.).

Наилучшими характеристиками для пользователей-профессионалов обладают интерфейсы со свободной навигацией, а для пользователей-непрофессионалов – интерфейсы прямого манипулирования. Замечено, что при выполнении операции копирования файлов большинство профессионалов используют оболочки типа Far, а непрофессионалы – «перетаскивание объектов» Windows.

**Типы диалога.** Тип диалога определяет, кто из «собеседников» управляет процессом обмена информацией.

Различают два типа диалога:

- управляемые программой;
- управляемые пользователем.

Диалог, *управляемый программой*, предусматривает наличие жесткого, линейного или древовидного, т.е. включающего возможные альтернативные варианты, сценария диалога, заложенного в программное обеспечение. Такой диалог обычно сопровождаются большим количеством подсказок, которые уточняют, какую информацию необходимо вводить на каждом шаге.

Диалог, *управляемый пользователем*, подразумевает, что сценарий диалога зависит от пользователя, который применяет систему для выполнения необходимых ему операций. При этом система обеспечивает возможность реализации различных пользовательских сценариев.

**Форма диалога.** Никакой диалог невозможен, если не существует языка, понятного «собеседникам». Описание языка, на котором ведется диалог, включает определение его *синтаксиса* – правил, определяющих допустимые конструкции (слова, предложения) языка или его форму, и *семантики* – правил, определяющих смысл синтаксически корректных конструкций языка или его содержание.

Различают три формы диалога:

- фразовую,
- директивную,
- табличную.

**Фразовая форма** предполагает «общение» с пользователем на естественном языке или его подмножестве. Содержание диалога составляют повелительные, повествовательные и вопросительные предложения и ответы на вопросы.

Чаще всего используют диалоги, предполагающие односложные ответы.

Например:

Программа: Введите свой возраст (полных лет):

Пользователь: 19.

При обработке фраз оперируют понятием словоформа.

*Словоформа* – отрезок текста между двумя соседними пробелами или знаками препинания.

*Морфологический анализ* – обработка словоформ вне связи с контекстом.

Два метода морфологического анализа:

– декларативный – предполагает, что в словаре находятся все возможные словоформы каждого слова, тогда анализ сводится к поиску словоформы в словаре. Данный метод обеспечивает возможность обработки сообщений, состоящих из строчных и прописных букв в произвольной комбинации, при чем как латинского, так и русского или других алфавитов;

– процедурный – предполагает выделение в текущей словоформе основу, которую затем идентифицируют.

После распознавания словоформ осуществляют синтаксический анализ сообщения, по результатам которого определяют его синтаксическую структуру, т.е. выполняют разбор предложения.

Далее выполняют *семантический анализ*, т.е. определяют смысловые отношения между словоформами. При этом выделяют главные предикаты, определяющие смысл предложения.

Интерфейс, реализующий фразовую форму диалога, должен: преобразовывать сообщения из естественно-языковой формы в форму внутреннего представления и обратно, выполнять анализ и синтез сообщений пользователя и системы, отслеживать и запоминать пройденную часть диалога.

*Недостатки* фразовой формы:

- большие затраты ресурсов;
- отсутствие гарантии однозначной интерпретации формулировок;
- необходимость ввода длинных грамматически правильных фраз.

*Достоинство* фразовой формы – свободное общение с системой.

**Директивная форма** - использование команд (директив) *специально разработанного формального языка*.

*Команда* – предложение этого языка, описывающее комбинированные данные, которые включают идентификатор иницируемого процесса и, при необходимости, данные для него.

Команду можно вводить:

- в виде строки текста, специально разработанного формата (команды MS DOS в командной строке);
- нажатием некоторой комбинации клавиш (комбинации «быстрого доступа» Windows-приложений);
- посредством манипулирования мышью («перетаскиванием» пиктограмм);
- комбинацией второго и третьего способов.

*Достоинства* директивной формы:

- небольшой объем вводимой информации;
- гибкость – возможности выбора операции, ограничивается набором допустимых команд;
- ориентация на диалог, управляемый пользователем;
- использование минимальной области экрана или не использование ее вообще;
- возможность совмещения с другими формами.

*Недостатки* директивной формы:

- практическое отсутствие подсказок на экране, что требует запоминания вводимых команд и их синтаксиса;
- почти полное отсутствие обратной связи о состоянии иницированных процессов;
- необходимость навыков ввода текстовой информации или манипуляций мышью;
- отсутствие возможности настройки пользователем.

Директивная форма удобна для пользователя-профессионала, который обычно быстро запоминает синтаксис часто используемых команд или комбинации клавиш. Достоинства формы (гибкость и хорошие временные характеристики) проявляются в этом случае особенно ярко.

**Табличная форма** – пользователь выбирает ответ из предложенных программой. Язык диалога имеет простейший синтаксис и однозначную семантику, что достаточно легко реализовать. Форма удобна для пользователя, так как выбрать всегда проще, что существенно для пользователя-непрофессионала. Эту форму можно использовать, если множество возможных ответов на конкретный вопрос конечно. Если количество возможных ответов велико (более 20), то применение табличной формы может оказаться нецелесообразным.

*Достоинства* табличной формы:

- наличие подсказки;
- сокращение количества ошибок ввода: пользователь не вводит информацию, а указывает на нее;
- сокращение времени обучения пользователя;
- возможность совмещения с другими формами;
- в некоторых случаях возможность настройки пользователем.

*Недостатки* табличной формы:

- необходимость наличия навыков навигации по экрану;
- использование сравнительно большой площади экрана для изображения визуальных компонентов;
- интенсивное использование ресурсов компьютера, связанное с необходимостью постоянного обновления информации на экране.

Типы и формы диалога выбирают независимо друг от друга: любая форма применима для обоих типов диалогов.

*Синхронные* - диалоги, происходящие в процессе нормальной работы программного обеспечения.

*Асинхронные* – диалоги, возникающие по инициативе системы или пользователя при нарушении сценария нормального процесса. Их используют для выдачи экстренных сообщений от системы или пользователя.

**Разработка диалогов.** Стадии проектирования и реализации диалогов:

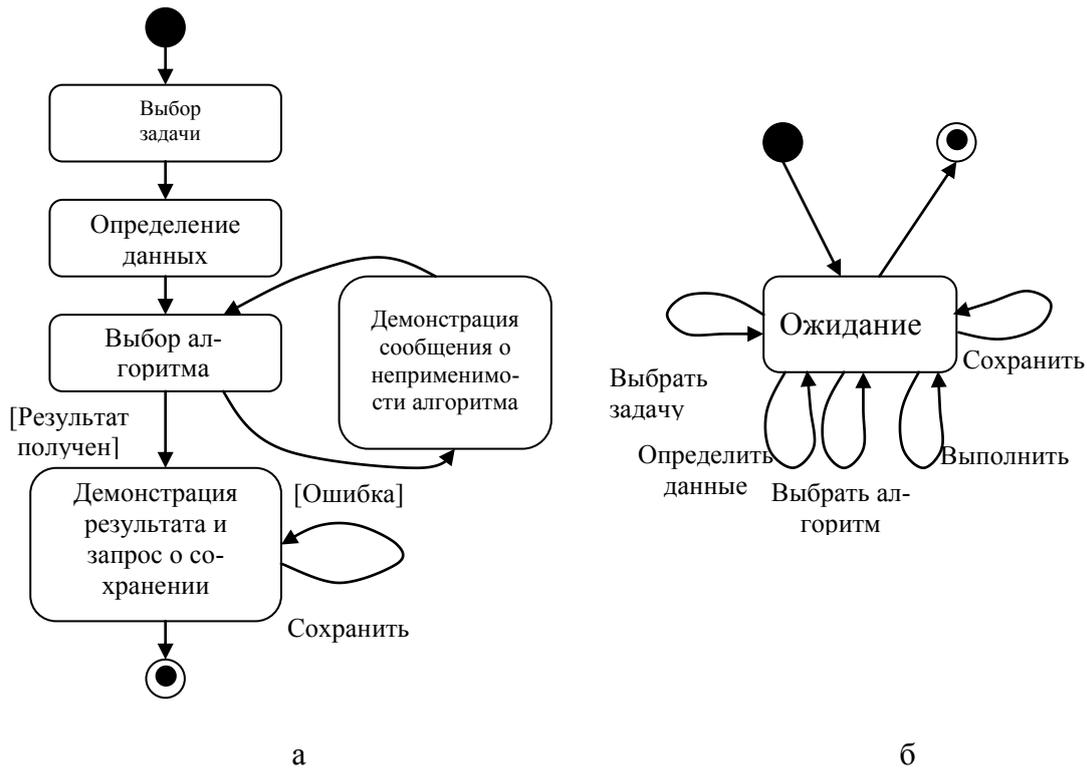
- определение множества необходимых диалогов, их основных сообщений и возможных сценариев – проектирование *абстрактных диалогов*;
- определение типа и формы каждого диалога, а также синтаксиса и семантики используемых языков – проектирование *конкретных диалогов*;
- выбор основных и дополнительных устройств и проектирование процессов ввода-вывода для каждого диалога, а также уточнение передаваемых сообщений – проектирование *технических диалогов*.

Основа абстрактных диалогов – идеология технологического процесса, для автоматизации которого предназначается программный продукт.

Кроме сценариев используют *диаграммы состояний интерфейса* или *графы диалога*.

*Граф диалога* – ориентированный взвешенный граф, каждой вершине которого сопоставлена конкретная картина на экране (*кадр*) или определенное состояние диалога, характеризующееся набором доступных пользователю действий. Дуги, исходящие из вершин, показывают возможные изменения состояний при выполнении пользователем указанных действий. Дуги, исходящие из вершин, показывают возможные изменения состояний при выполнении пользователем указанных действий. В качестве весов дуг указывают условия переходов из состояния в состояние и операции, выполняемые во время перехода.

Каждый маршрут на графе соответствует возможному варианту диалога.



Графы абстрактного диалога:

а – диалог, управляемый системой; б – диалог, управляемый пользователем

Графические пользовательские интерфейсы поддерживаются операционными системами Windows, Apple Macintosh, OS/2 и т.д. Для таких интерфейсов разработаны наборы стандартных компонентов взаимодействия с пользователем для каждой операционной системы.

Интерфейсы строятся по технологии WIMP: W – Windows (окна), I – Icons (пиктограммы), M – Mouse (мышь), P – Pop-up (всплывающие или выпадающие меню). Основные элементы графических интерфейсов: окна, пиктограммы, компоненты ввода-вывода и мышь, которую используют в качестве указующего устройства и устройства прямого манипулирования объектами на экране.

**Окна.** *Окно* – прямоугольная, ограниченная рамкой область физического экрана. Окно может менять размеры и местоположение в пределах экрана.

5 категорий окон:

- основные окна (окна приложений);
- дочерние или подчиненные окна;
- окна диалога;
- информационные окна;
- окна меню.

*Окно приложения* Windows содержит: рамку, ограничивающую рабочую область окна, строку заголовка с кнопкой системного меню и кнопками выбора представления окна и выхода, строку меню, пиктографическое меню (панель инструментов), горизонтальные и вертикальные полосы прокрутки и строку состояния.

*Дочернее окно* Windows используют в многодокументных программных интерфейсах (MDI). Это окно не содержит меню. В строке заголовка – специальное имя, идентифицирующее связанный с ним документ или файл. Пиктограммы всех дочерних окон одинаковы.

*Диалоговое окно* Windows используют для просмотра и задания различных режимов работы, необходимых параметров или другой информации.

Оно может содержать:

- строку заголовка с кнопкой системного меню;
- компоненты, обеспечивающие пользователю возможность ввода или выбора ответа;
- вспомогательные компоненты, обеспечивающие подсказку (поле просмотра или кнопка справки).

Размер окна не изменяем, но по экрану его можно перемещать.

*Информационные окна* двух типов:

- окна сообщений;
- окна помощи.

Окна сообщений содержат: заголовок с кнопкой системного меню, текст сообщения, одна или несколько кнопок реакции пользователя (Yes, No, Cancel).

*Окно помощи* содержит: меню, полосы прокрутки, информационная область, аналогично окну приложения, но имеет узкоспециальное назначение.

*Окна меню* Windows используют как открывающиеся панели иерархического меню или как контекстные меню.

Каждой строке окна меню может соответствовать:

- команда;
- меню следующего уровня, что обеспечивается стрелкой;
- окно диалога, что обозначается тремя точками.

Добавляется указание клавиш быстрого вызова.

**Пиктограммы.** Пиктограмма – небольшое окно с графическим изображением, отражающим содержимое буфера, с которым она связана.

Виды пиктограмм:

- программные, связанные с соответствующей программой;
- пиктограммы дочерних окон, обеспечивающие доступ к различным документам;
- пиктограммы панели инструментов, дублируют доступ к соответствующим функциям через меню, обеспечивая их быстрый доступ;
- пиктограммы объектов, для прямого манипулирования объектами.

**Прямое манипулирование изображением.** *Прямое манипулирование изображением* – это возможность замены команды воздействия на некоторый объект физическим действием в интерфейсе, осуществляемым с помощью мыши. При этом любая область экрана рассматривается как адресат, который может быть активизирован при подведении курсора и нажатии клавиши мыши.

По реакции на воздействие различают типы адресатов:

- указание и выбор (развертывание пиктограмм, определение активного окна);
- буксировка и «резиновая нить» (перенос объекта или его границ);
- экранные кнопки и «скользящие» барьеры (выполнение или циклически повторяемых действий (выполнение некоторых операций или рисование, подразумеваемых при активизации определенной области экрана - кнопки)).

*Динамический визуальный сигнал* - изменение изображения на экране (курсора мыши при выполнении конкретных операций, изменения изображения кнопки).

**Компоненты ввода-вывода.** Интерфейсы включают несколько меню: основное или «ниспадающее» иерархическое меню, пиктографические меню (панели инструментов) и контекстные меню для разных ситуаций. Любое из указанных меню представляет собой компонент ввода-вывода, реализующий диалог с пользователем, используя табличную форму.

Иерархическое меню используют, чтобы организовать выполняемые программным обеспечением операции, если их число превышает 5-8 (6 в соответствии с рекомендациями фирмы IBM), и обеспечить пользователю их обзор. Панели инструментов и контекстное меню применяют для обеспечения быстрого доступа к часто используемым командам, обеспечивая пользователю возможность относительно свободной навигации.

Другие формы ввода-вывода:

- фразовая,
- табличная,
- смешанная.

Диалоги обоих типов:

- управляемые пользователем,
- управляемые системой.

**Реализация диалогов, управляемых пользователем.** Для реализации применяют меню различных видов:

- основное,
- панели инструментов,
- контекстные и кнопочные.

Как альтернативу меню целесообразно использовать директивную форму диалога, поставив в соответствие основным командам определенные комбинации клавиш. Целесообразно предусмотреть возможность управления меню клавиатурой, если большую часть времени работы с системой пользователь вводит текст или данные, т.е. взаимодействует с клавиатурой.

*Меню.* Меню проектируют на основе графов диалогов разрабатываемого программного обеспечения. Если число операций не превышает 5, то обычно используют кнопки. Если число операций не более 9-10, то – одноуровневое меню. Если число операций более 10, то используют «ниспадающее» двухуровневое иерархическое меню.

*Ниспадающее меню.* Первый уровень иерархического меню должен содержать имена основных групп операций.

Традиционно (обычно в текстовых и графических редакторах):

1. пункт Файл,
  2. пункт Правка,
  3. пункт Вид,
- последний пункт Справка.

Количество уровней иерархического меню не должно превышать 2-3 (сложно искать). Число операций в окне не должно превышать 7-8 операций.

Если число операций превышает 70-80. Разработчики Microsoft Word предложили *адаптивное* иерархическое меню, где содержимое окна меню второго уровня постоянно меняется, отображая только те операции, которые использует пользователь. Если пользователь не находит нужной операции, то через несколько секунд или при нажатии специальной кнопки Word демонстрирует окно меню полностью.

Возможность прямого манипулирования, предусмотренная в WIMP интерфейсах, позволяет разрабатывать для приложений объектно-ориентированные интерфейсы прямого манипулирования.

Интерфейсы используют директивную форму диалога: ввод команды осуществляется при выполнении определенных действий с пиктограммой объекта мышью. Основными элементами этих интерфейсов являются: метафоры, объекты, представления объектов и технологии Drag and Drop («перетащил и бросил»).

**Метафоры.** *Метафоры* – мысленный перенос свойств или признаков одного объекта на другой, чем-то аналогичный первому. Использование метафор в интерфейсах предполагает активизацию имеющегося у пользователя опыта.

Интерфейс прямого манипулирования должен обеспечить пользователю среду, содержащую знакомые элементы, с которыми пользователь не раз встречался в профессиональной деятельности или в быту, и предоставлять ему возможность манипулирования отдельными объектами. (Метафора “Выбрасывание мусора” - для удаления файлов).

Похожие элементы должны вести себя похожим образом, элементы, выделенные одним цветом, должны находиться в определенной связи друг с другом.

Целесообразно не делать изображения слишком реалистичными, чтобы не обмануть ожидания пользователя.

**Метафоры и анимация.** При реализации метафор все большая роль уделяется средствам мультимедиа, в основном анимации. Используя мультипликацию, можно не только развлекать пользователя, но и “готовить” его к смене кадров, сокращая время, необходимое для адаптации к изменившейся ситуации.

Программа, реализующая анимационные интерфейсы, никогда не простаивает, так как во время ожидания ввода команды пользователя она продолжает отображать соответствующие кадры. В основе таких программ лежит *временное программирование*. В отличие от событийного программирования, которое позволяет связывать изображение на экране с внешними и внутренними событиями в системе, временное программирование обеспечивает изменение проецируемой *последовательности кадров* в зависимости от состояния моделируемых процессов и действий пользователя.

### **Объекты интерфейса прямого манипулирования и их представления.**

Три основные типа объектов интерфейсов прямого манипулирования:

- объекты-данные,
- объекты контейнеры,
- объекты устройства.

*Объекты-данные* снабжают пользователя информацией (тексты, изображения, электронные таблицы, музыка, видео). В рамках операционной системы таким объектам соответствуют приложения, которые запускаются при раскрытии объекта.

Объекты-контейнеры могут манипулировать своими внутренними объектами, в том числе и другими контейнерами (копировать их или сортировать в любом порядке). К типичным контейнерам относятся папки, корзины. При раскрытии контейнера демонстрируются сохраняемые им компоненты, и появляется возможность ими манипулировать. Компоненты могут обозначаться пиктограммами или представляться в виде таблицы.

*Объекты-устройства* представляют устройства, существующие в реальном мире: телефоны, факсы, принтеры и т.д. их используют для обозначения этих устройств в абстрактном мире интерфейса. При раскрытии такого объекта можно увидеть его настройки.

Каждому объекту соответствует одно окно. В исходном состоянии это окно представлено пиктограммой, но при необходимости его можно раскрыть и выполнить требуемые операции, например настройки объекта. Окно объекта в раскрытом состоянии может содержать меню и панели инструментов. Пиктограмме же должно соответствовать контекстное меню, содержащее перечень операций над объектом.

Имя пиктограммы формируют по своему для каждого типа объектов. Пиктограммам объектов-данных присваивают имена, соответствующие именам хранимых данных, а тип данных кодируется самой пиктограммой. Имя пиктограммы-контейнера или пиктограммы устройства обозначает сам объект, а потому не зависит от содержимого.

Различие между типами объектов является условным, так как один и тот же объект в разных ситуациях может вести себя то, как объект-данные, то, как объект-устройство, то, как объект-контейнер (принтер – объект-устройство, может обладать свойствами объекта-контейнера, может содержать объекты-данные в очереди на печать; представление в виде пиктограммы, окна очереди на печать, окна настроек; имя представления целесообразно указывать в заголовке окна объекта).

**Технология Drag and Drop.** Основные принципы прямого манипулирования, описанные в руководстве по разработке пользовательских интерфейсов фирмы IBM:

- результат перемещения объекта должен соответствовать ожиданиям пользователя;
- пользователи не должны неожиданно терять информацию;
- пользователь должен иметь возможность отменить неправильное действие.

Основные принципы визуализации операции прямого манипулирования:

- исходное выделение – используется в качестве обратной связи пользователю, чтобы сообщить ему, что объект захвачен, в Windows с этой целью используется выделение цветом;
- визуализация перемещения – используется для идентификации выполняемого действия;
- целевое выделение – используется для идентификации пункта назначения, показывая, таким образом, куда «упадет» объект, если его отпустить в текущий момент времени;
- визуализация действия – используется для обозначения времени ожидания завершения операции, обычно с этой целью применяют анимацию или изменение формы курсора на «песочные часы».

Существует два вида пунктов назначения: один принимает объект, а другой его копию (Пользователь «бросает» документ в «корзину» – уничтожается сам документ, а если на принтер, то передается копия документа).

**Проектирование интерфейсов прямого манипулирования.** Проектирование выполняется на основе графов диалога, разработанных для конкретного программного обеспечения, и включает следующие процедуры:

- формирование *множества объектов предметной области*, которое должно быть представлено на экране, причем в качестве основы в этом случае используют не варианты использования, а концептуальную модель предметной области;
- анализ *объектов*, определение их *типов* и *представлений*, а также перечня операций с этими объектами;
- уточнение *взаимодействия объектов* и построение матрицы *прямого манипулирования*;
- определение *визуальных представлений* объектов;
- разработка *меню окон объектов* и *контекстных меню*;

- создание *прототипа* интерфейса;
- тестирование на *удобство использования*.

Элементы пользовательских интерфейсов: Мастер, Советчик, Агент. Сделано множество попыток создания социализированного пользовательского интерфейса. В основе такого интерфейс лежит идея создания персонифицированного, т.е. «имеющего личность», интерфейса. Развлекающие программы, такие как Cats(кошки) и Dogs(собаки), реализующие сложное поведение домашних животных в разных ситуациях, показывают, что технически это вполне решаемая задача.

**Советчики.** Представляют собой форму подсказки. Их можно вызвать с помощью меню справки, командной строки окна или из всплывающего меню. Советчики помогают пользователям в выполнении конкретных задач.

**Мастера.** Программу-мастер используют для выполнения общераспространенных, но редко выполняемых отдельным пользователем задач (установка программ или оборудования). Выполнение подобных действий требует от пользователя принятия сложных взаимосвязанных решений, последовательность которых диктует программа-мастер. Интеллектуальные Мастера способны на каждом шаге демонстрировать в окне просмотра результаты ответов пользователя на предыдущие вопросы, помогая последнему сориентироваться в ситуации.

Мастер реализует последовательный или древовидный сценарий диалога. Его целесообразно использовать для решения хорошо структурированных, последовательных задач.

При этом необходимо:

- предоставить пользователю возможность возврата на предыдущий шаг;
- предусмотреть возможность отмены работы Мастера;
- нумеровать шаги и сообщать пользователю количество шагов Мастера, особенно, если таких шагов больше трех;
- пояснить пользователю каждый шаг;
- по возможности демонстрировать результат уже выполненных операций на каждом шаге.

**Программные агенты.** Используются для выполнения рутинной работы. Основными функциями Агентов-Помощников являются: наблюдение, поиски управление. Различают:

- программы-агенты, настраиваемые на выполнение указанных задач;
- программы-агенты, способные обучаться (фиксируя действия пользователя (по типу магнитофона)).

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Темы практических работ:

1. Анализ задания на проектирование и разработка концепции системы;
2. Техническое задание;
3. Функциональные схемы автоматизации контроля и сигнализации;
4. Технические средства автоматизации;
5. Силовые цепи и схемы коммутации;
6. Цепи управления;
7. Щиты и пульта управления;
8. Пользовательский интерфейс;
9. Программные алгоритмы.

*На практических занятиях студенты работают по индивидуальным темам, как правило, совпадающим с темами их будущих выпускных квалификационных работ. Окончательная доработка документов (текстов, чертежей, схем) производится в ходе выполнения самостоятельной работы. Проверка сформированности компетенций осуществляется в ходе анализа представленных документов. Результатом проверки является решение о допуске или не допуске к экзамену. Решение о допуске принимается в случае, если выполнены все работы (предоставлены все проектные документы, удовлетворяющие основным требованиям соответствующих стандартов). В порядке исключения к экзамену может быть допущен студент, не сдавший одну или две работы. В этом случае студент отвечает на дополнительные вопросы по темам данных работ.*

Темы лабораторных работ:

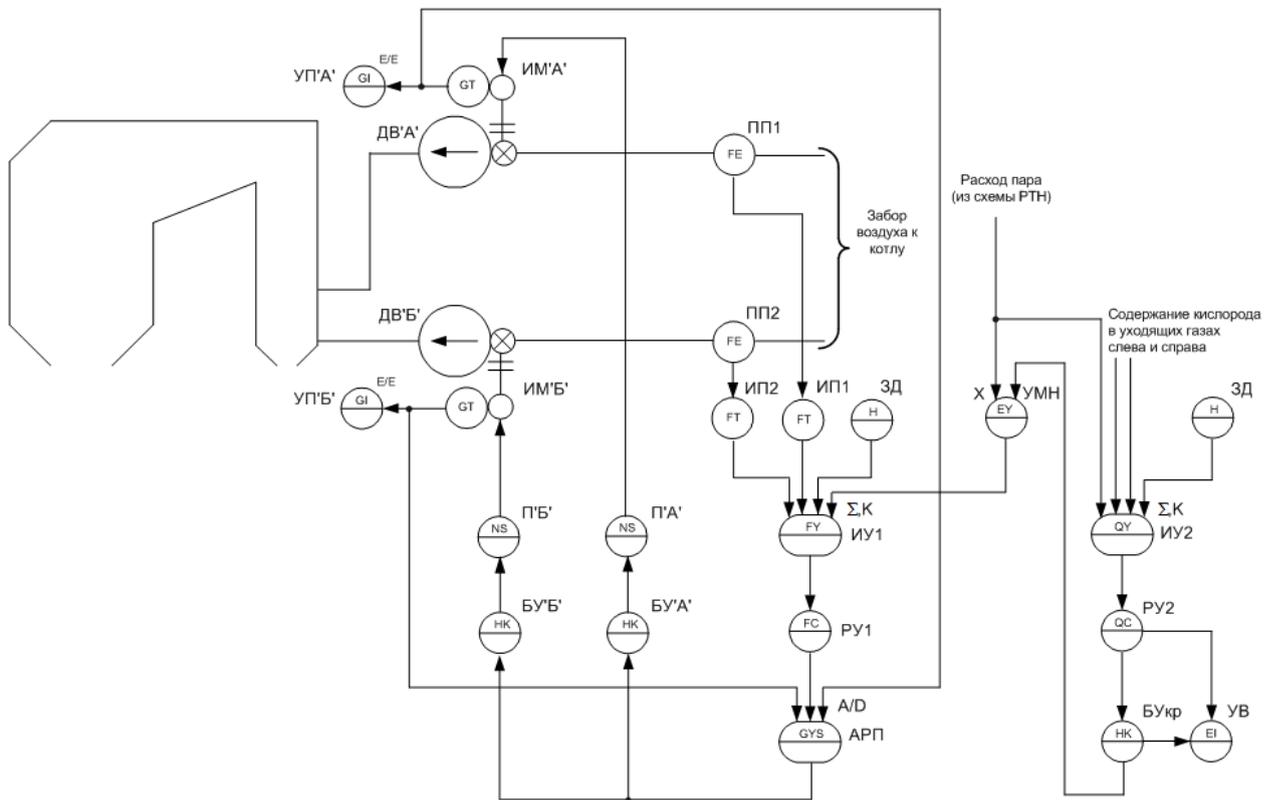
1. Имитационная модель объекта управления;
2. Имитационная модель цепей коммутации и ввода-вывода;
3. Виртуальная система визуализации объекта управления;
4. Визуализация щитов и пультов управления;
5. SCADA-система;
6. Программная реализация алгоритмов управления.

*На лабораторных занятиях студенты работают по индивидуальным темам, как правило, совпадающим с темами их будущих выпускных квалификационных работ. Окончательная доработка программного обеспечения производится в ходе выполнения самостоятельной работы. Проверка сформированности компетенций осуществляется в ходе анализа представленных программных средств. Результатом проверки является решение о допуске или не допуске к экзамену. Решение о допуске принимается в случае, если выполнены все работы (предоставлены все программные средства в работоспособном состоянии). В порядке исключения к экзамену может быть допущен студент, не сдавший одну или две работы. В этом случае студент отвечает на дополнительные вопросы по темам данных работ.*

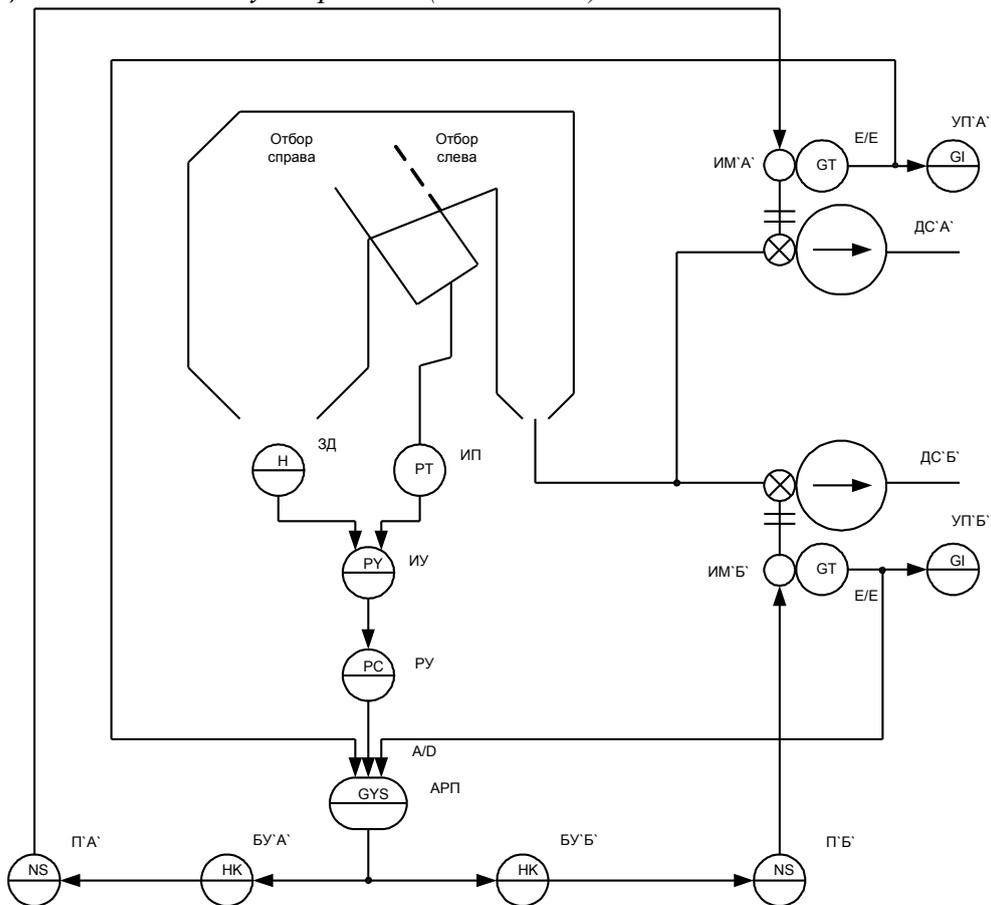
Варианты заданий к практическим и лабораторным работам

**Вариант №1.** Система регулирования давления и тепловой нагрузки парового котла. Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:

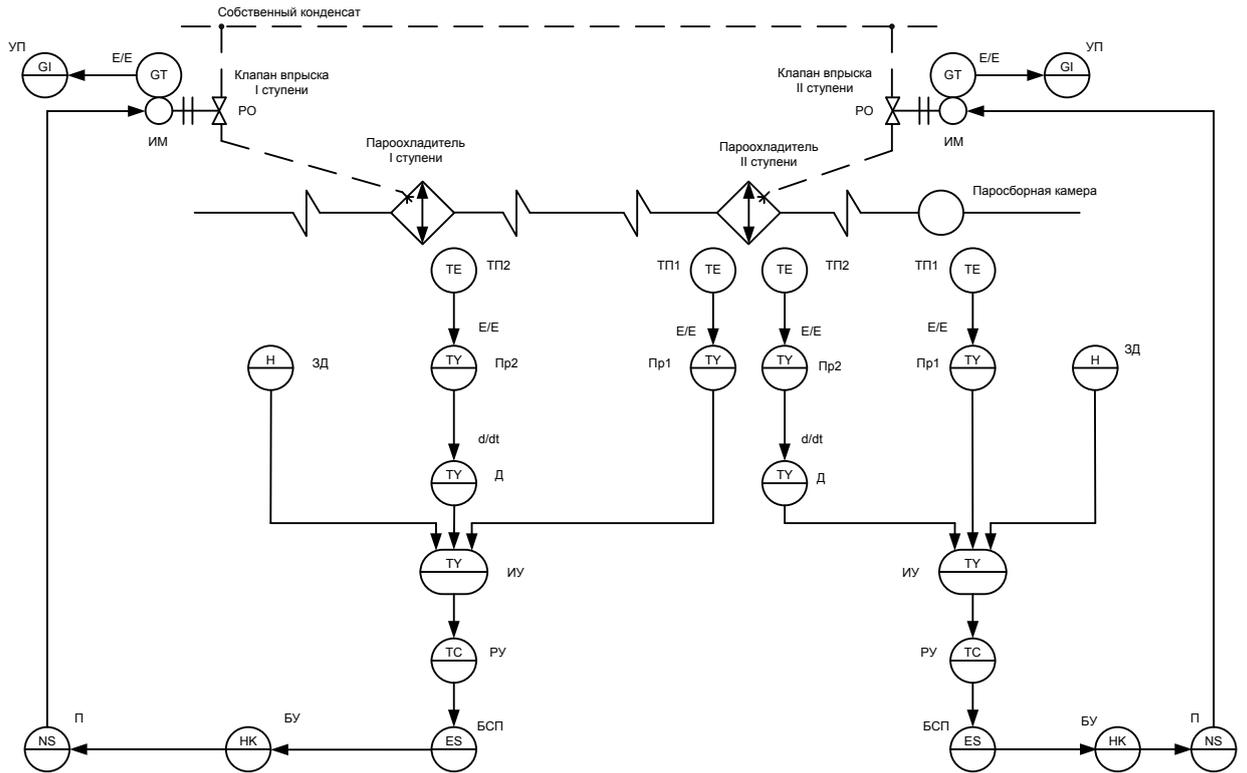




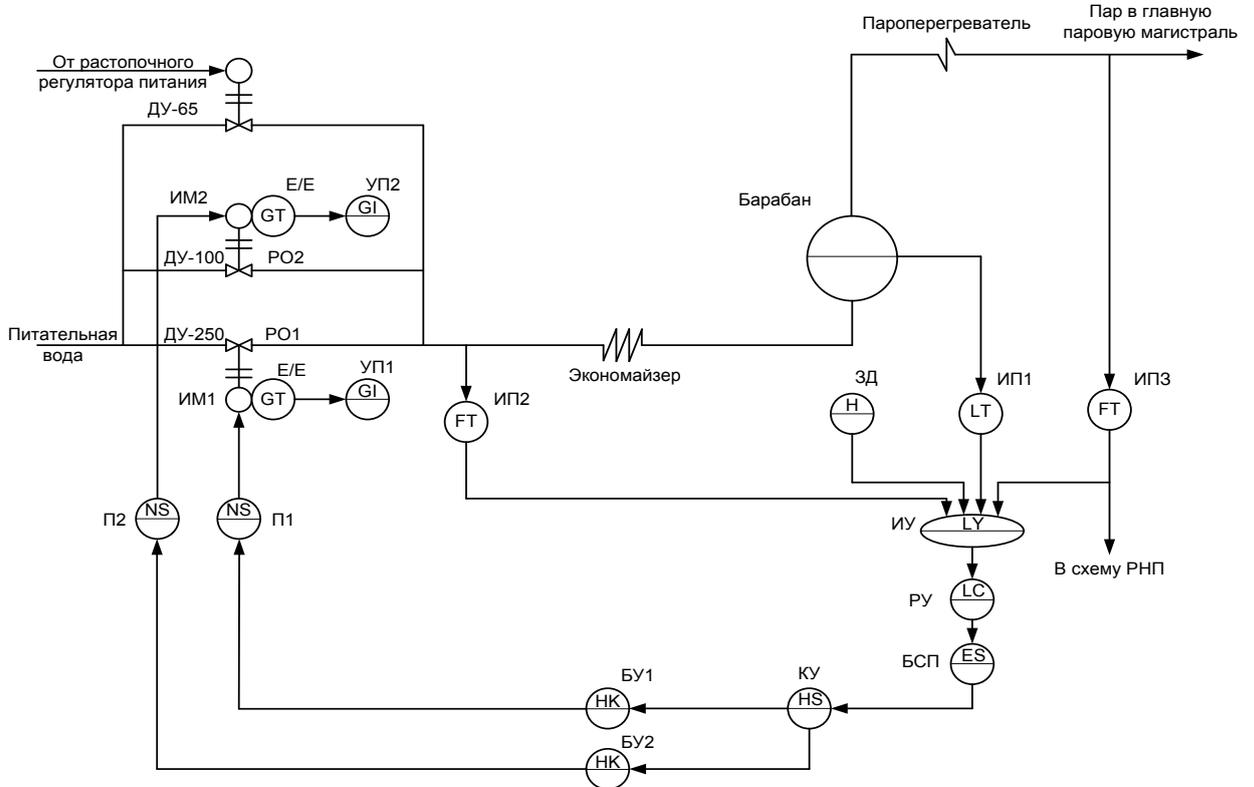
**Вариант №4. Система регулирования разрежения.**  
**Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:**



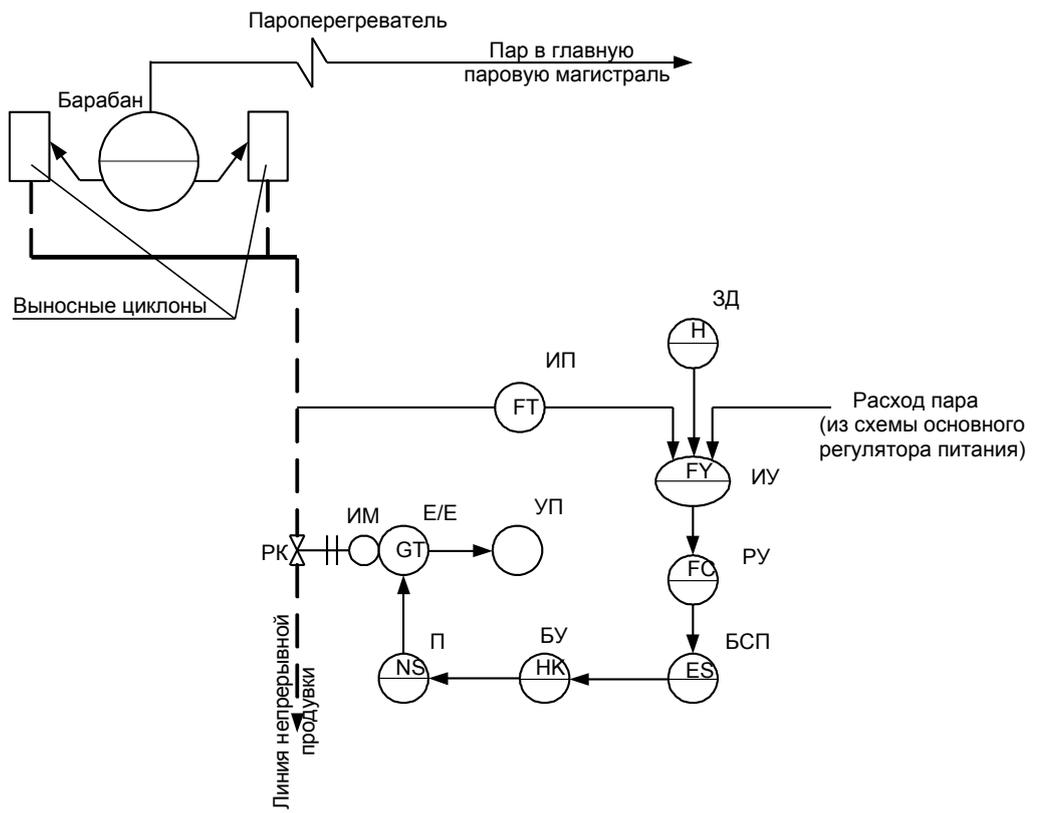
**Вариант №5. Система регулирования температуры перегретого пара.**  
 Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:



**Вариант №6. Система регулирования уровня в барабане.**  
 Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:

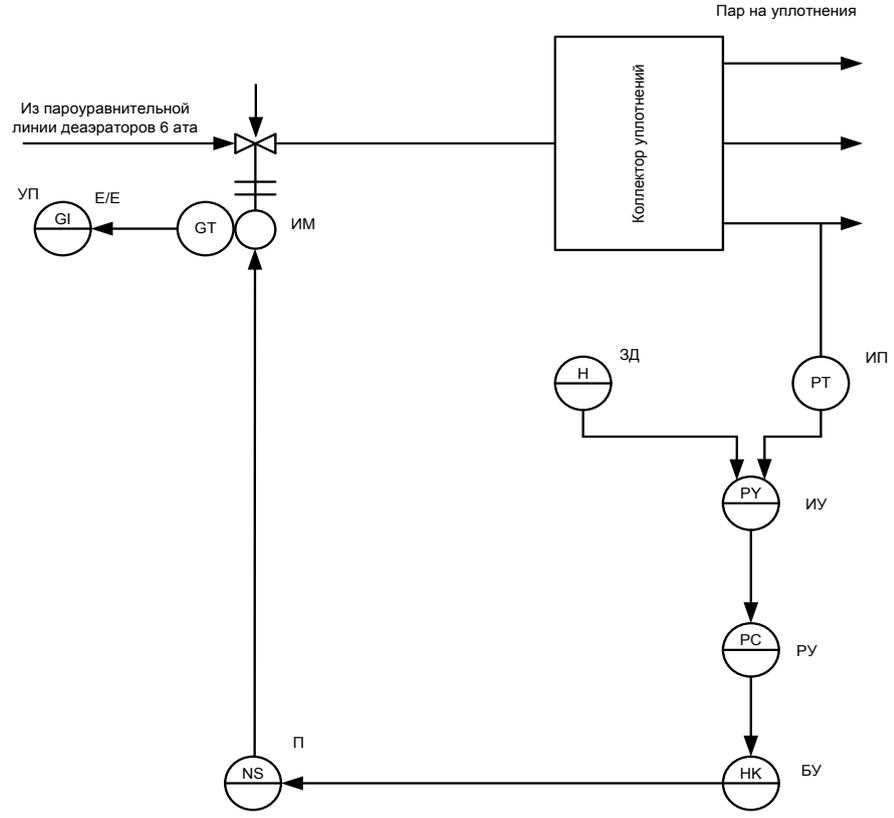


**Вариант №7. Система регулирования расхода на непрерывную продувку.**  
 Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:

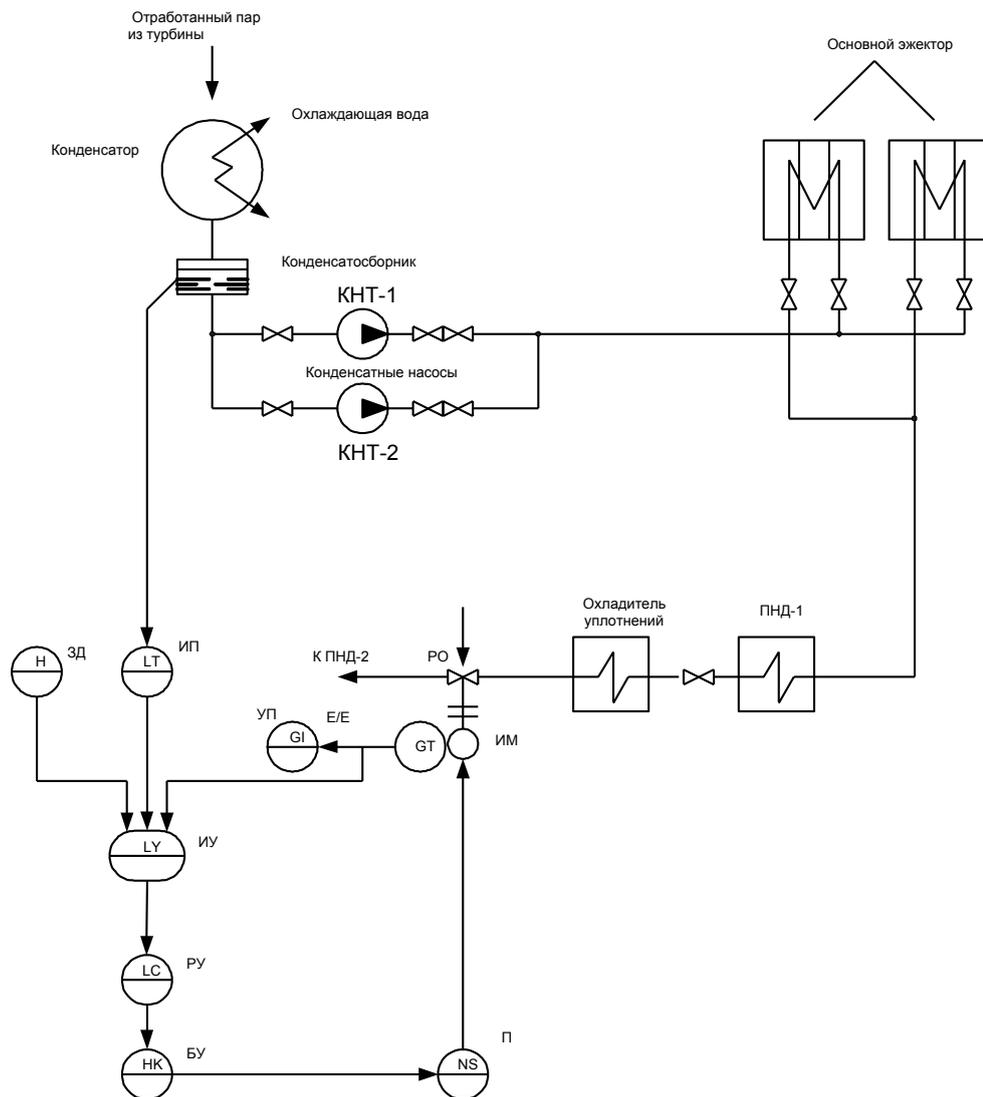


**Вариант №8.** Система регулирования давления пара в лабиринтовых уплотнениях турбины.

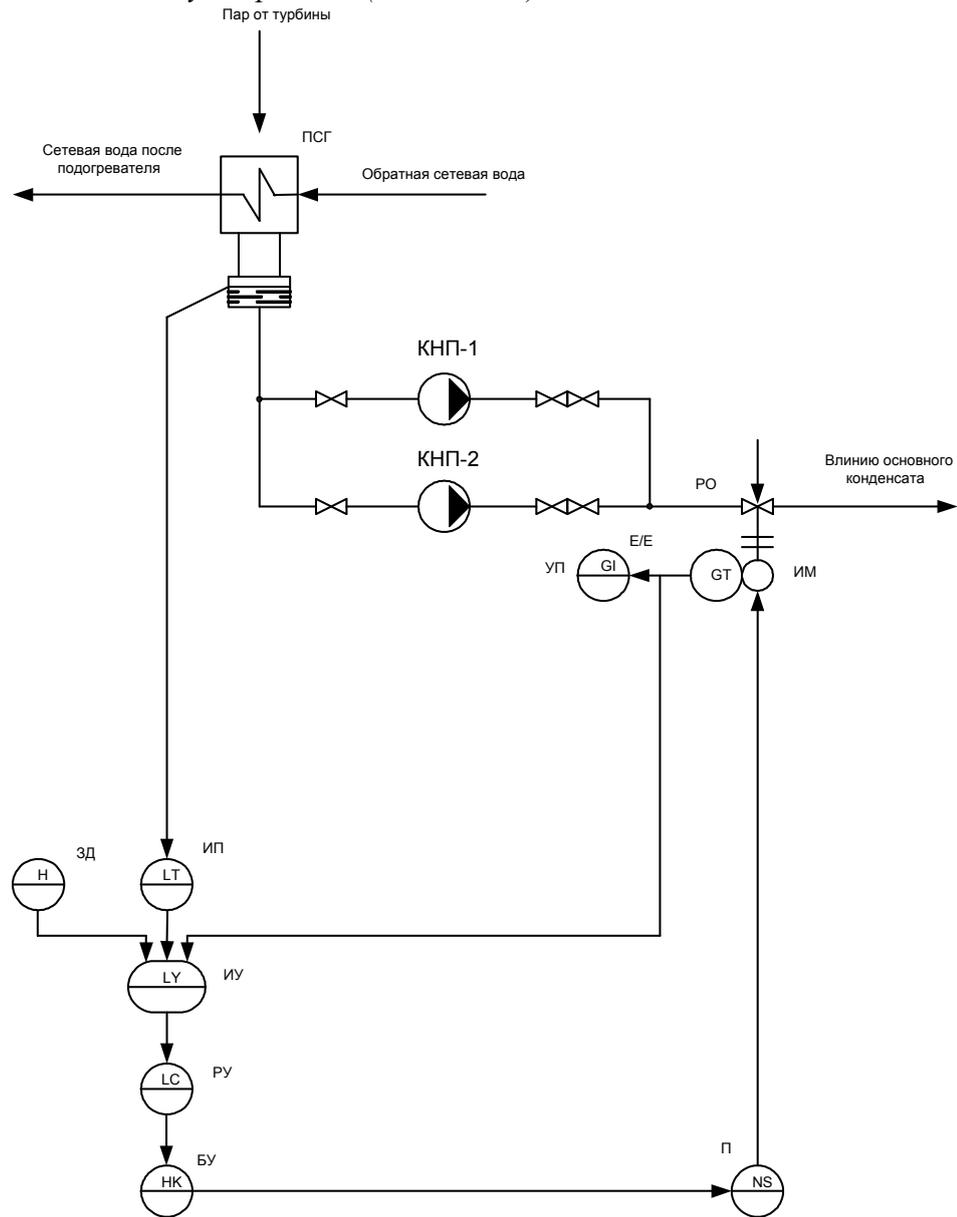
Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:



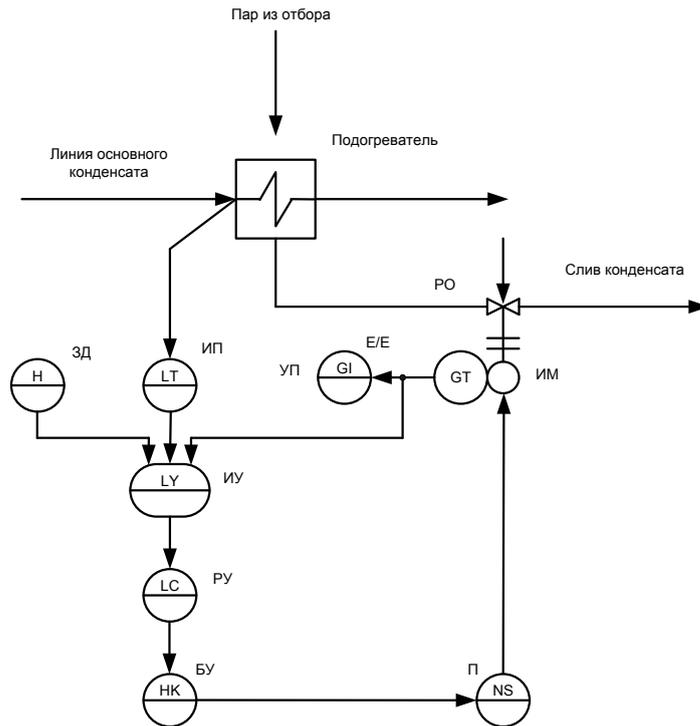
**Вариант №9.** Система уровня конденсата в конденсатосборнике.  
 Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСУ:



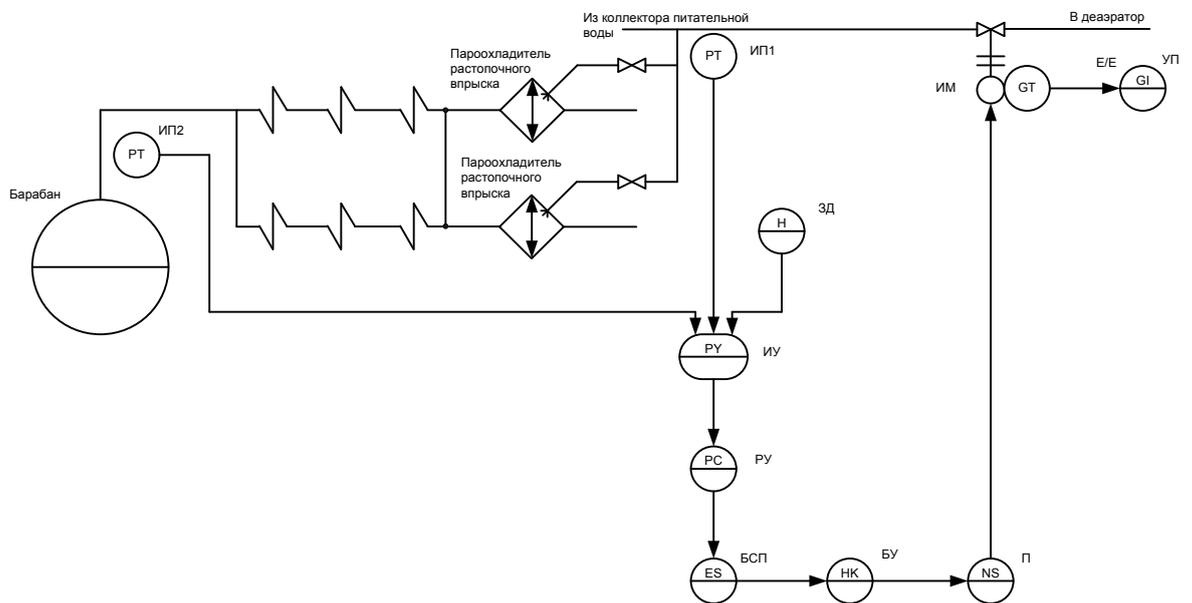
**Вариант №10. Система регулирования уровня конденсата в подогревателе сетевой воды**  
**Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:**



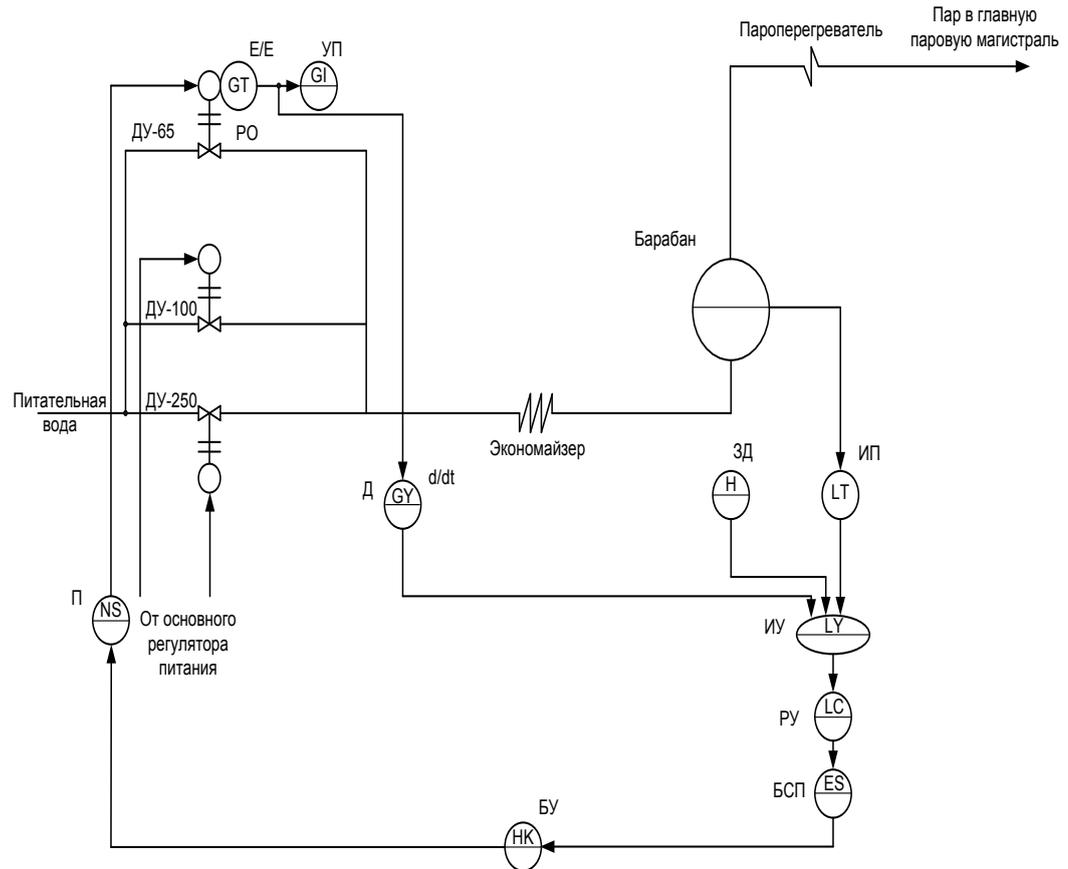
**Вариант №11.** Система регулирования уровня в регенеративном подогревателе.  
 Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:



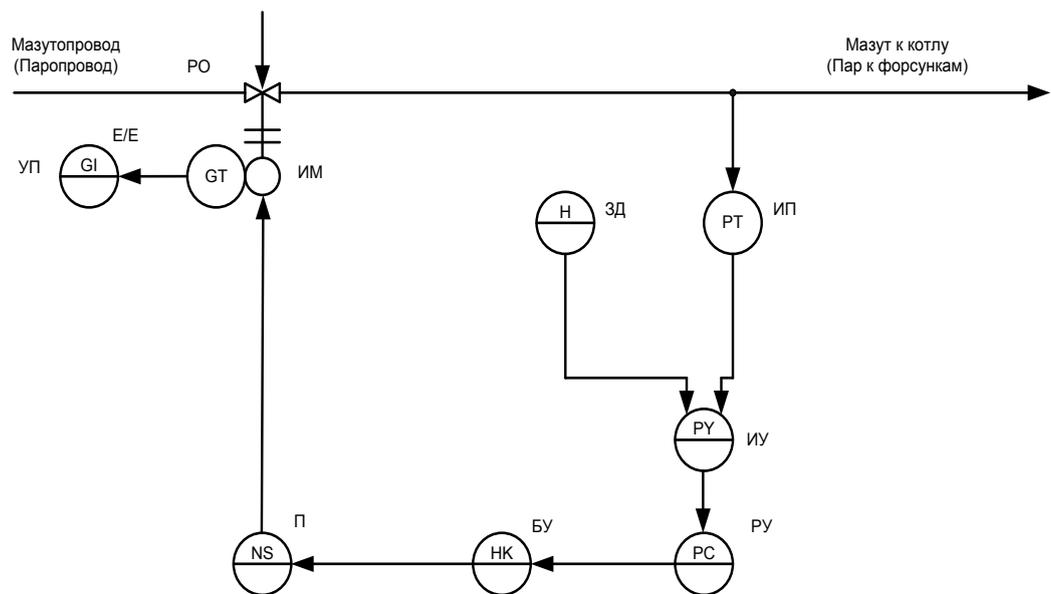
**Вариант №12.** Система давления питательной воды на растопочный впрыск.  
 Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:



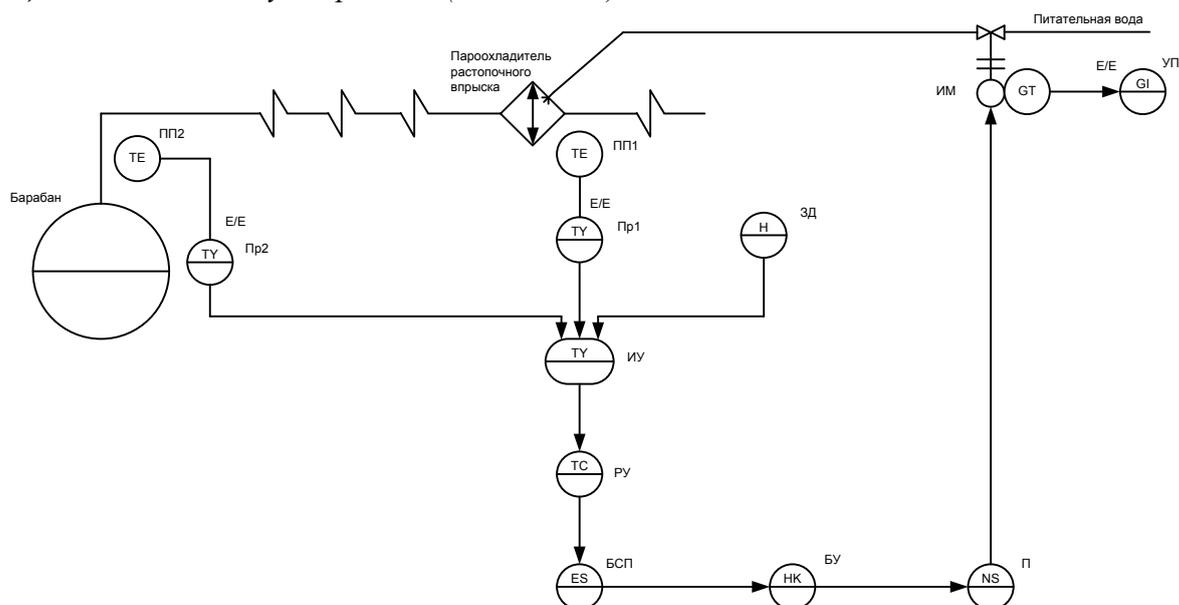
**Вариант №13.** Система регулирования уровня воды в барабане (растопочный регулятор).  
 Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:



**Вариант №14.** Система регулирования давления мазута.  
 Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:



**Вариант №15. Система регулирования температуры растопочного впрыска.**  
**Функциональная схема устаревшей (аналоговой) АСР:**



Теоретические сведения, задания к работам, методические указания к выполнению и контрольные вопросы приведены в учебных пособиях:

1. Кудинов, А.А. Проектирование автоматизированных систем [Электронный ресурс] : указ. к практ. занятиям по объектно-ориентиров. методам проектирования: учеб. пособие / А. А. Кудинов ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010. - 81 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6935.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6935.pdf) в доп. лит.

2. Кудинов, А. А. Проектирование систем автоматизации [Текст] : Учеб. пособие / А. А. Кудинов, А. Е. Серов ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2002. - 120 с.

3. Кудинов, А.А. Основы моделирования и конструирования [Текст] : учеб. - метод. пособие / А. А. Кудинов ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2000. - 24 с.

### 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 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 или на консультации.

При изучении дисциплины практикуются следующие виды и формы самостоятельной работы студентов:

- подготовка к устному опросу по темам лабораторных работ;
- выполнение индивидуальных заданий по темам практических работ;
- подготовка к экзамену.

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:

- устный опрос;
- проверка выполнения индивидуальных заданий по темам практических работ.

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, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и т.д.

Рекомендации по организации аудиторной самостоятельной работой

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

Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются:

- выполнение лабораторных работ по инструкциям;
- работа с литературой и другими источниками информации, в том числе электронными;

само- и взаимопроверка выполненных заданий;

Выполнение лабораторных работ осуществляется на лабораторных занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. 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.

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 внеа-

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

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2010. – 220 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=538](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=538) – ЭБС «Лань».
2. Сырецкий Г.А. Проектирование автоматизированных систем. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.А. Сырецкий– Электрон. текстовые данные.– Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.– 156 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47714.html>.– ЭБС «IPRbooks»
3. Кудинов, А.А. Проектирование автоматизированных систем [Электронный ресурс] : указ. к практ. занятиям по объектно-ориентиров. методам проектирования: учеб. пособие / А. А. Кудинов ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010. - 81 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6935.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6935.pdf) в доп. лит.
4. Кудинов, А. А. Проектирование систем автоматизации [Текст] : Учеб. пособие / А. А. Кудинов, А. Е. Серов ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2002. - 120 с.
5. Кудинов, А.А. Основы моделирования и конструирования [Текст] : учеб. - метод. пособие / А. А. Кудинов ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2000. - 24 с.
6. Сырецкий Г.А. Проектирование автоматизированных систем. Часть 1: лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Г.А. Сырецкий– Электрон. текстовые данные.– Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.– 43 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47715.html>.– ЭБС «IPRbooks»