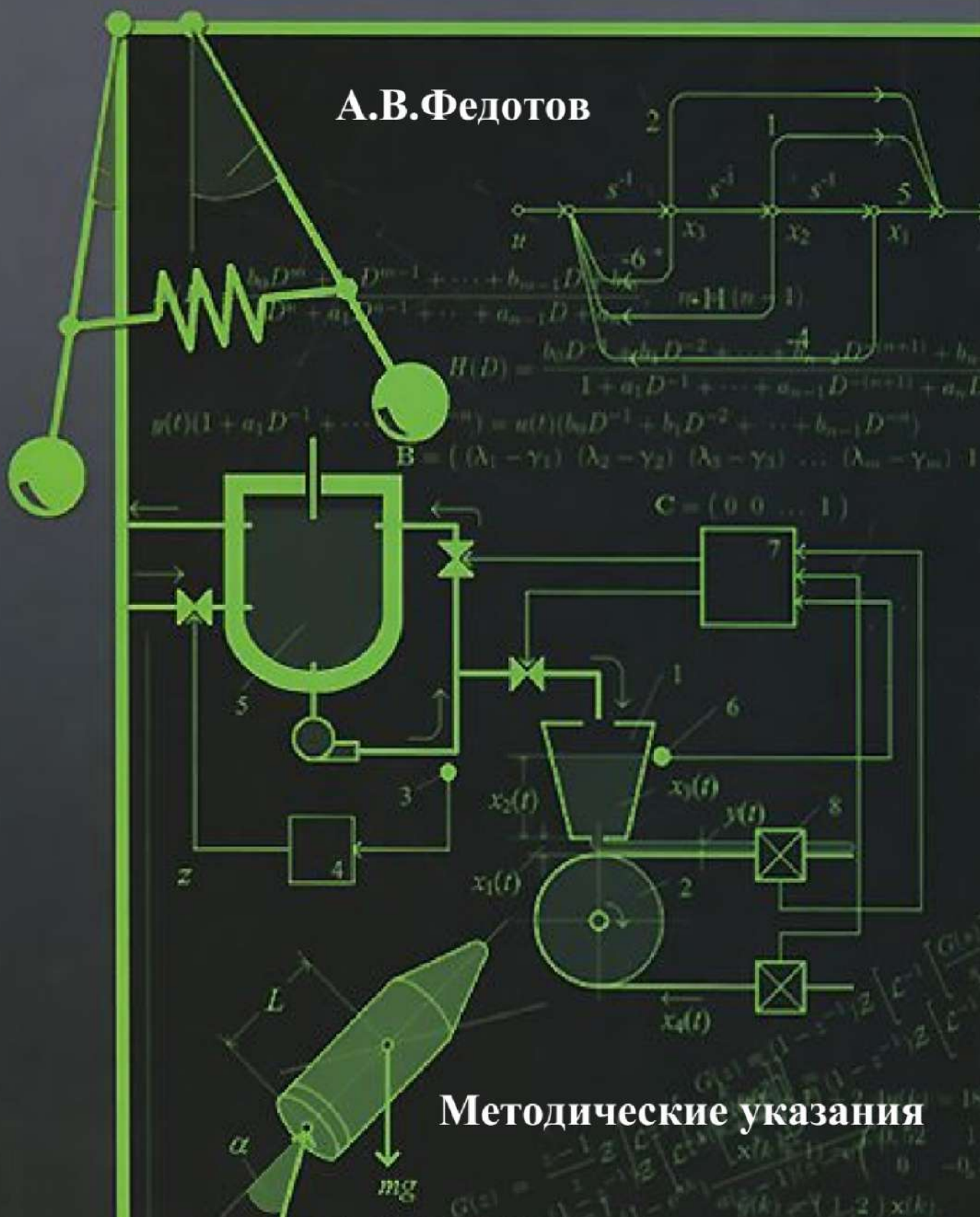


ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

А.В.Федотов



Федотов А.В.

**ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

Методические указания

Омск
ОГТУ
2007

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. Графическая часть работы

Типовое содержание графической части работы, связанной с проектированием автоматизированной системы управления технологическим процессом, предусматривает следующие чертежи:

1. Функциональная схема автоматизации заданного объекта (технологического процесса, производственного участка и др.).

2. Структурная схема автоматизированной системы управления объектом автоматизации.

3. Схема алгоритма управления объектом автоматизации.

В общем случае при проектировании различных автоматизированных производственных систем в графической части работы на чертежах могут быть представлены:

1. Обзор средств и способов решения задачи, поставленной в задании.

2. Принципиальная, функциональная, кинематическая, пневматическая или гидравлическая схема объекта проектирования.

3. Электрические схемы подключений и соединений.

4. Конструкции устройств, механизмов и технологического оборудования, выполненные в виде сборочных чертежей и общих видов.

5. Результаты расчета контуров автоматического регулирования выходных величин объекта: структурная схема САУ, частотные характеристики, переходные процессы, модели MATLAB и др.

6. Результаты расчета систем логико-программного управления: конечный автомат, граф функционирования и др.

7. Результаты расчета цикловых систем управления с жестким циклом: циклограмма, линейный граф, матрицы Карно и др.

8. Принципиальные схемы, чертежи общих видов, сборочные чертежи для нестандартного оборудования и устройств, разработанных в проекте.

9. Элементы математического и программного обеспечения АСУ, разработанные в проекте: структура программного обеспечения, примеры управляющих программ, элементы графического интерфейса оператора и др.

Чертежи курсовой работы должны быть детально проработаны на уровне требований к техническому проекту, и давать полное представление об объекте проектирования, достаточное для последующей разработки рабочей документации. К чертежам должны разрабатываться необходимые спецификации и перечни элементов, предусмотренные тре-

бованиями ЕСКД для конструкторской документации. Эти документы включаются в приложение к пояснительной записке.

1.2. Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема автоматизации разрабатывается для конкретного технического объекта. Объектом автоматизации чаще всего является технологический процесс или производственный участок. Функциональные схемы являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации.

Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования, оснащенного встроенными в него запорными и регулирующими органами, а также потоки энергии, сырья и других материалов, определяемых особенностями используемой технологии. Создание эффективных систем автоматизации предопределяет необходимость глубокого изучения технологического процесса.

При разработке функциональных схем автоматизации технологических процессов необходимо решить следующие вопросы:

- получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- обеспечение непосредственных воздействий на технологический процесс для управления им;
- регулирование технологических параметров процесса;
- контроль и регистрация технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования;

Указанные задачи решаются на основании анализа условий работы технологического оборудования, выявленных законов и критериев управления объектом, а также требований, предъявляемых к точности управления, контроля и регистрации технологических параметров, к качеству регулирования и надежности.

Функциональные задачи автоматизации, как правило, реализуются с помощью технических средств, включающих в себя: отборные устройства, средства получения первичной информации, средства преобразования и переработки информации, средства представления и выдачи информации обслуживающему персоналу комбинированные, ком-

плектные и вспомогательные устройства. Результатом составления функциональных схем являются:

- 1) выбор методов и средств измерения и контроля технологических параметров;
- 2) выбор основных технических средств автоматизации, наиболее полно отвечающих предъявляемым требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта;
- 3) выбор приводов исполнительных механизмов регулирующих и запорных органов технологического оборудования;
- 4) размещение средств автоматизации на технологическом оборудовании и трубопроводах, щитах, пультах, в пунктах управления и т. п. Определение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.
- 5) Определение функций автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) и распределение этих функций по уровням управления.
- 6) Определение требований к входам-выходам системы управления технологическим процессом.
- 7) Формирование перечня средств автоматизации, необходимых для реализации проекта.

Разработка функциональной схемы автоматизации ответственный этап проектирования и от принятых на этом этапе решений во многом зависит конечный результат автоматизации процесса. На основе накопленного опыта разработки систем автоматизации можно сформулировать некоторые общие принципы, которыми следует руководствоваться при разработке функциональных схем автоматизации:

- 1) Уровень автоматизации технологического процесса в каждый период времени должен определяться не только целесообразностью внедрения определенного комплекса технических средств и достигнутым уровнем научно-технических разработок, но и перспективой модернизации и развития технологических процессов. Должна сохраняться возможность наращивания функций управления.
- 2) При разработке функциональных и других видов схем автоматизации и выборе технических средств должны учитываться: вид и характер технологического процесса, условия пожаро- и взрывоопасности, агрессивность и токсичность окружающей среды и т. д.; параметры и физико-химические свойства измеряемой среды; расстояние от мест установки датчиков, вспомогательных устройств, исполнительных механизмов, приводов машин и запорных органов до пунктов управления и контроля; требуемая точность и быстродействие средств автоматизации.

3) Система автоматизации технологических процессов должна строиться, как правило, на базе серийно выпускаемых средств автоматизации и управления. Необходимо стремиться к применению однотипных средств автоматизации и унифицированных систем, характеризующихся совместимостью, взаимозаменяемостью и удобством компоновки. Использование однотипной аппаратуры дает значительные преимущества при монтаже, наладке, эксплуатации, обеспечении запасными частями и т. п.

4) В качестве локальных средств сбора и накопления первичной информации (измерительных устройств и датчиков), вторичных приборов, регулирующих и исполнительных устройств следует использовать преимущественно приборы и средства автоматизации Государственной системы промышленных приборов (ГСП).

6) В случаях, когда функциональные схемы автоматизации не могут быть построены на базе только серийной аппаратуры, в процессе проектирования выдаются соответствующие технические задания на разработку новых средств автоматизации.

7) Выбор средств автоматизации, использующих вспомогательную энергию (электрическую, пневматическую или гидравлическую), определяется условиями пожаро- и взрывоопасности автоматизируемого объекта, агрессивностью окружающей среды, требованиями к быстрдействию, дальности передачи сигналов информации и управления и т. д.;

8) Количество приборов, средств управления и сигнализации, устанавливаемой на оперативных щитах и пультах, должно быть ограничено. Избыток аппаратуры усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдения за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, увеличивает стоимость установки и сроки монтажных и наладочных работ.

9) Основным средством управления техническими объектами в современных условиях являются специализированные средства вычислительной техники (промышленные компьютеры, программируемые контроллеры и др.). Именно на эти средства следует ориентироваться при разработке системы автоматизации.

10) При построении современных сложных централизованно-распределённых систем управления используется принцип локальных вычислительных сетей, что позволяет оптимизировать информационные линии связи и процессы обмена информацией в системе управления.

Перечисленные принципы являются общими, но не исчерпывающими для всех случаев, которые могут встретиться в практике проекти-

рования систем автоматизации технологических процессов. Однако для каждого конкретного случая их следует иметь в виду при реализации технического задания на автоматизацию проектируемого объекта.

На чертеже функциональной схемы автоматизации объекта, прежде всего, упрощенно отображается сам объект (технологический процесс, производственный участок и др.). Изображение объекта автоматизации занимает основное пространство чертежа. Объект автоматизации может изображаться в виде технологической схемы, в виде планировки, кинематической схемы, комбинированной схемы и др. При изображении объекта автоматизации следует использовать условные обозначения, предусмотренные стандартами ЕСКД.

Схема объекта автоматизации должна давать ясное представление о его устройстве и работе и о взаимодействии средств автоматизации с объектом автоматизации.

На схеме объекта автоматизации условными символами показываются контролируемые величины и места установки измерительных устройств и исполнительных механизмов, используемых для автоматизации объекта и управления им. Передача измерительных и управляющих сигналов изображается в виде линий связи, соединяющих датчики и исполнительные устройства с системой управления.

На функциональной схеме автоматизации определяются уровни и функции системы управления автоматизируемым объектом. Эта информация дается в виде таблицы, которая помещается в нижней части чертежа под схемой объекта автоматизации. Каждая строка таблицы привязана к определённому местоположению средства управления и к уровню системы управления: средства на оборудовании (приборы по месту); средства на щитах управления; программируемые контроллеры; автоматизированное рабочее место (АРМ) технолога и пр.

В строке таблицы с помощью графических символов и буквенных обозначений описывается каждая функция системы управления, выполняемая на определённом уровне управления. Входом функции управления является измерительная информация от средств измерения, а выходом – сигнал управления на исполнительный механизм. Отдельные функции могут не требовать входной информации или не создавать сигналы управления (например, функция регистрации измеряемой величины не предусматривает сигнал управления).

Функция может выполняться отдельным устройством управления. В том случае она привязана к этому устройству управления (например, сигнальное табло, обеспечивающее функцию сигнализации). В большинстве случаев для управления применяется программируемый кон-

троллер или компьютер, которые являются многофункциональными устройствами и позволяют реализовать сотни и тысячи функций управления. Для многофункциональных средств каждая функция изображается отдельно.

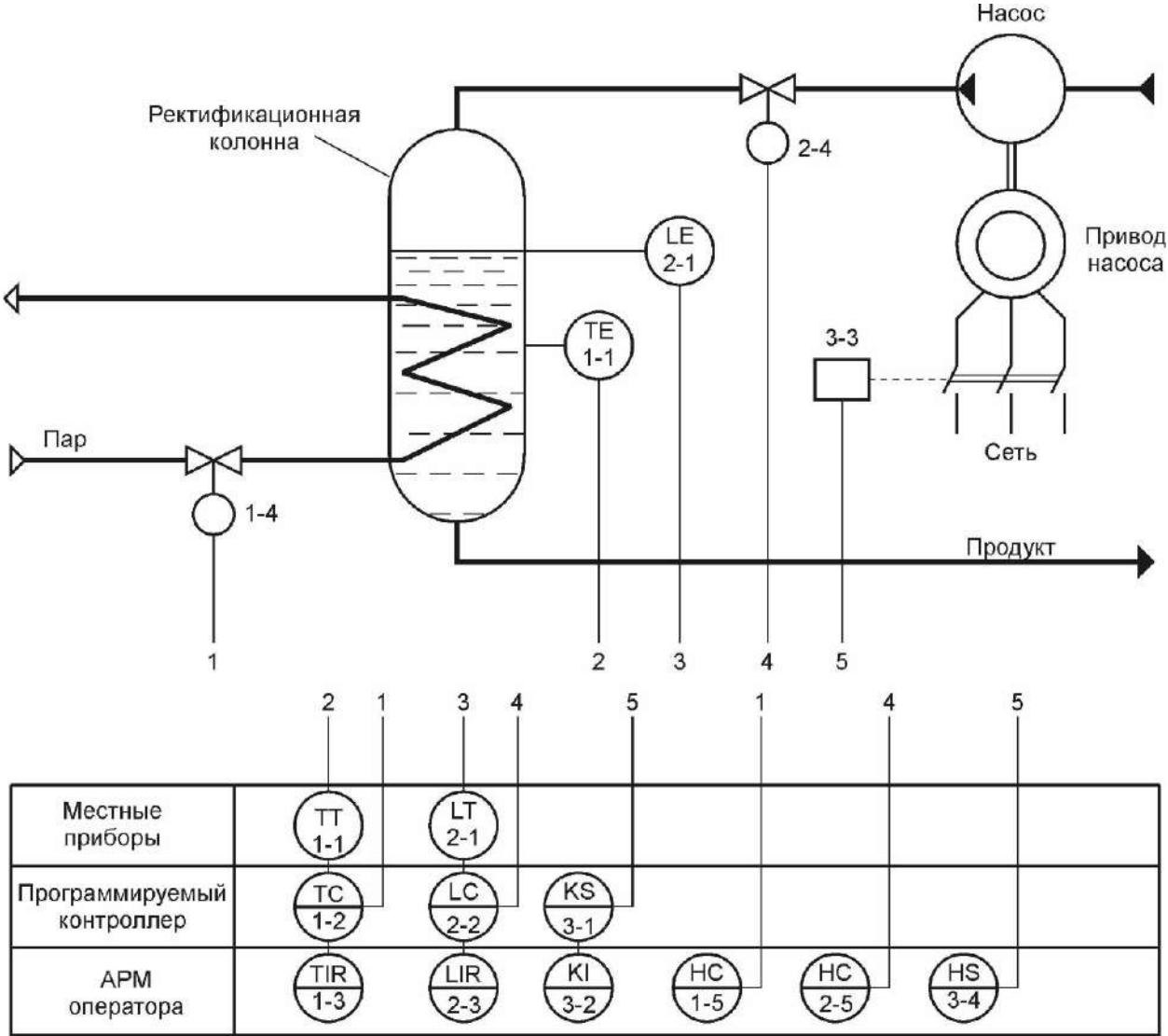


Рис. 1. Автоматизация процесса ректификации продукта

Рассмотрим пример автоматизации технологического процесса ректификации жидкого продукта. Для осуществления процесса используется ректификационная колонна, через которую прокачивается подогретый продукт. Для стабилизации технологического процесса и обеспечения необходимого качества продукта требуется поддерживать постоянную температуру продукта и его уровень в колонне.

Функциональная схема автоматизации технологического процесса ректификации показана на рис. 1. В ректификационной колонне с помощью датчиков 1-1 и 2-1 контролируются температура и уровень продукта. Для изменения температуры изменяется подача горячего пара в теплообменник с помощью регулируемой заслонки с исполнительным

механизмом 1-4. Для изменения уровня используется заслонка на подающем трубопроводе продукта, снабжённая исполнительным механизмом 2-4. Для подачи продукта в колонну используется насос с электроприводом. Электродвигатель насоса имеет электромагнитный пускатель с дистанционным управлением.

Функции системы управления показаны в таблице. Каждая функция обозначена кружком, внутри которого помещается условное буквенное обозначение функции. Система управления процессом ректификации двухуровневая. Непосредственное управление оборудованием процесса осуществляется от программируемого контроллера, который выполняет функции автоматического регулирования температуры и уровня продукта в ректификационной колонне, а также управление включением и выключением насоса в нужные моменты времени.

На верхнем уровне управления используется ЭВМ, входящая в состав автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора. ЭВМ выполняет функции индикации и регистрации параметров процесса, а также ручного управления исполнительными механизмами технологического оборудования.

Функциональная схема автоматизации оформляется в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 21.404-85 - Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. Рекомендации по разработке и оформлению схем автоматизации приведены в [3]. Требования к чертежам функциональных схем автоматизации и рекомендации по их оформлению приведены в приложении.

Для функциональной схемы автоматизации составляется перечень средств автоматизации, необходимых при реализации системы.

1.2. Разработка структуры системы управления

Исходные требования для автоматизированной системы управления определяются на основе функциональной схемы автоматизации. Прежде всего, определяется потребное число входов-выходов системы управления и их характеристики. Для решения этой задачи целесообразно составить таблицы входных и выходных сигналов, используя функциональную схему автоматизации.

В таблицах указываются все информационные (входные) сигналы от датчиков и средств измерений и все управляющие (выходные) сигналы от устройств управления. Сигналы следует разделить по виду (аналоговые, дискретные), по типу (сигналы постоянного тока, переменного тока), по уровню (0 – 10 В, 24 В, 220 В, 0 – 20 мА и т.д.). На основе этих

таблиц определяется требуемое количество входов и выходов системы управления и требования к характеристикам этих входов-выходов.

При определении числа входов-выходов следует предусматривать резерв для последующего расширения системы управления и для коррекции её функций в случае обнаружения ошибок в процессе внедрения системы. Сказанное относится, в первую очередь, к компьютерным средствам управления, которые реализуют большое число функций управления.

Для оценки требований к вычислительным возможностям компьютерного устройства управления, по функциональной схеме автоматизации следует определить общее число функций управления, требующих реализации системой управления. Следует также учитывать сложность этих функций.

После оценки основных требований к важнейшим характеристикам системы управления формулируются прочие требования: требования к условиям эксплуатации, требования к точности, требования к надёжности, стоимостные требования и др.

На основе сформулированных требований осуществляется выбор средств управления, с использованием которых будет построена система управления. В современных условиях этот выбор сводится к выбору программируемых контроллеров и компьютеров. Следует использовать однотипные контроллеры и компьютеры, совместимость которых гарантируется.

Выбор средств управления происходит в определённой последовательности:

1. Выбор фирмы-производителя средств управления.
2. Выбор модели и комплектации программируемых контроллеров.
3. Выбор вспомогательных средств и средств связи с оперативным персоналом (средства передачи и преобразования данных, панели оператора и др.).
4. Выбор компьютеров для верхнего уровня управления.
5. Определение состава необходимого программного обеспечения и источников его поставки.

При выборе фирмы-производителя следует руководствоваться следующими соображениями:

- соответствие номенклатуры средств управления, поставляемых фирмой, и их технических характеристик требованиям, предъявляемым к проектируемой системе управления;

- уровень сервисного обслуживания, предлагаемого фирмой в вашем регионе (сроки гарантии; возможность замены и ремонта средств; сопровождение фирмой своей продукции, например, модернизация программного обеспечения; возможность консультаций фирмы при возникновении сложностей при внедрении системы и её отладке и пр.)

- гарантированная надёжность средств управления;
- простота модернизации и расширения системы управления, построенной на средствах конкретной фирмы;
- наличие программного обеспечения для компьютерных средств управления и возможности его модернизации;
- сложившиеся предпочтения у заказчика системы управления и накопленный им опыт эксплуатации средств управления.

После выбора фирмы производителя по каталогам фирмы осуществляется выбор моделей и комплектация программируемых контроллеров (а при необходимости и промышленных компьютеров). Основные задачи оперативного управления в современной АСУ ТП решают программируемые контроллеры. Поэтому их выбор является ответственным этапом проектирования системы управления.

Программируемые контроллеры бывают трех видов:

1. Фиксированные контроллеры, имеющие законченную конфигурацию с определенным и ограниченным числом входов-выходов (обычно не более 30).

2. Модульные контроллеры с объединенными в единый блок модулями, число и характеристики входов-выходов которых определяются потребителем в процессе конфигурации контроллера (число входов-выходов может превышать 1000).

3. Модульные контроллеры с распределённым вводом-выводом, состоящие из центрального блока и отдельных модулей ввода-вывода, устанавливаемых по месту.

Наиболее простыми и дешёвыми являются фиксированные контроллеры. Однако возможности управления таких контроллеров существенно ограничены и применяют их для управления простыми объектами. Наиболее дороги модульные контроллеры с распределённым вводом выводом. Применение таких контроллеров позволяет оптимизировать информационные связи в системе управления, сократить расходы на линии связи и повысить надёжность системы управления.

Структура системы управления разрабатывается на основе выбранной комплектации средств управления. Современные АСУ ТП являются иерархическими системами, имеющими как минимум два уров-

ня. На нижнем уровне используются программируемые контроллеры и другие локальные средства управления.

При разработке нижнего уровня управления решаются следующие задачи:

- связывание входов-выходов контролеров и локальных средств управления с источниками (датчики и измерительные устройства) и приёмниками (исполнительные механизмы) информации объекта управления;
- резервирование средств управления (при необходимости);
- определение непосредственных связей между средствами управления нижнего уровня (при необходимости таких связей).

На верхнем уровне управления используются промышленные компьютеры, персональные компьютеры, панели оператора. Для связи верхнего уровня с нижним используется либо соединения «точка-точка» (P&P), либо локальная вычислительная сеть (ЛВС).

Соединения «точка-точка» применяются в простых случаях, например, для соединения одного программируемого контроллера с компьютером. При использовании такого соединения необходимы соответствующие порты у контроллера и компьютера. Следует определить стандартный интерфейс, используемый для связи.

Основным способом связи в современных системах управления является организация локальных вычислительных сетей (ЛВС) из средств управления. В системах управления используются промышленные стандарты локальных вычислительных сетей. ЛВС позволяет объединить все средства управления и организовать многосторонний обмен информацией.

При проектировании системы управления необходимо выбрать конкретный стандарт ЛВС и дополнительное оборудование для её реализации (сетевые адаптеры, концентраторы связи, коммуникационные процессоры и т.д.).

Результат перечисленных действий оформляется в виде чертежа структурной схемы системы управления. Структурная схема должна наглядно отражать:

- иерархию системы управления,
- связи средств управления с объектом управления и между собой,
- связи средств управления с оперативным персоналом,
- аппаратный состав системы управления.

К структурной схеме системы управления разрабатывается перечень элементов, в который включаются все компоненты комплекса технических средств (КТС) системы управления.

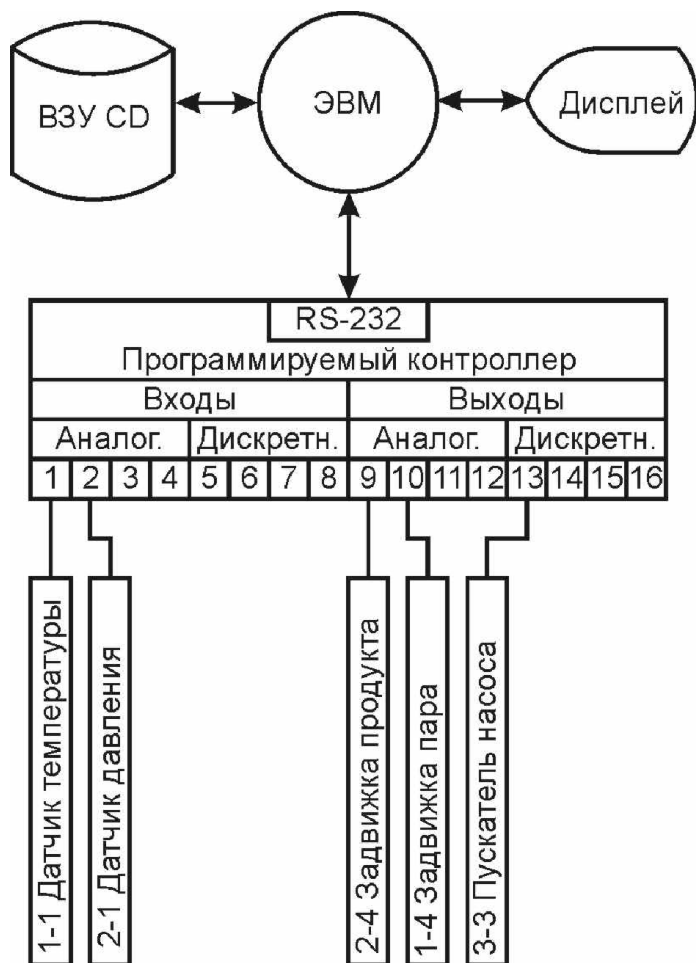


Рис. 2. Структура системы управления ректификационной колон-

ЭВМ, входящая в состав автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора. ЭВМ выполняет функции индикации и регистрации параметров процесса, а также ручного управления исполнительными механизмами технологического оборудования.

В нижней части чертежа прямоугольниками показаны источники и приёмники сигналов, установленные на объекте управления. Для их идентификации используются позиционные обозначения функциональной схемы автоматизации (см. рис. 1). Кроме этого дается дополнительное описание источника-приёмника для повышения информативности схемы.

Выше в виде бока изображен программируемый контроллер, образующий первый (нижний) уровень управления. Программируемый контроллер использован фиксированного типа с аналоговыми и дискретными входами и выходами. Все входы-выходы контроллера обозначены

Пример структурной схемы системы управления технологическим процессом ректификации продукта показан на рис. 2. Этот процесс рассматривался в предыдущем примере (см. рис. 1). Система управления процессом ректификации двухуровневая. Непосредственное управление оборудованием процесса осуществляется от программируемого контроллера, который выполняет функции автоматического регулирования температуры и уровня продукта в ректификационной колонне, а также управление включением и выключением насоса в нужные моменты времени.

На верхнем уровне управления используется

ны. Показаны соединения входов-выходов с источниками-приемниками информации объекта управления.

Контроллер имеет также последовательный порт стандартного последовательного интерфейса RS-232, который используется для связи с ЭВМ. Связь осуществляется по схеме "точка-точка".

ЭВМ верхнего уровня изображена выше контроллера. Она образует второй (верхний) уровень системы управления и для связи с оператором имеет дисплей. В составе ЭВМ предусмотрено также устройство для работы с CD дисками, на которых поставляется необходимое программное и методическое обеспечение, а также техническая документация для системы управления.

В дополнительных средствах связи с программируемым контроллером ЭВМ не нуждается, поскольку последовательный порт стандартного интерфейса RS-232 входит в обычную комплектацию ЭВМ.

Контроллер на структурной схеме системы управления может быть изображен в виде блока, как это показано на рис.2. Такое изображение удобно для фиксированных контроллеров. Если контроллер модульный, то его конфигурация определяется при проектировании и её необходимо отобразить на структурной схеме. В этом случае целесообразно показывать структуру контроллера.

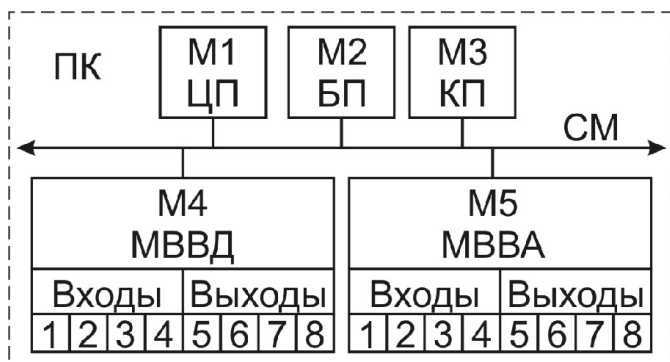


Рис. 3. Структура ПК

Пример изображения контроллера с указанием его структуры показан на рис. 3. Модульный программируемый контроллер в своем составе имеет модуль М1 центрального процессора ЦП, модуль М2 блока питания БП, модуль М3 коммуникационного процессора КП, модуль М4 ввода-вывода

дискретных сигналов МВВД и модуль М5 ввода-вывода аналоговых сигналов МВВА. Связь между модулями осуществляется по системной магистрали СМ, формируемой центральным процессором ЦП и конструктивно оформленной в виде системных разъемов.

При программировании компьютерных средств системы необходимо разработать управляющую программу для контроллера, программу диспетчерского управления процессом для ЭВМ и интерфейс оператора. Интерфейс оператора позволяет ему отслеживать технологический процесс, при необходимости изменять уставки регулирования и на-

стройки регуляторов, осуществлять ручное управление, а также работать с архивными данными о ходе управляемого процесса.

1.3. Разработка алгоритмов управления

Для того чтобы спроектированная система управления работала и осуществляла бы требуемое управление объектом, необходимо программное обеспечение для использованных в системе компьютерных средств. Программное обеспечение разрабатывается на основе алгоритмов управления, которые создаются в ходе проектирования системы управления. Разработка алгоритмов управления неперенная составляющая процесса проектирования системы управления.

Вопросы разработки алгоритмов управления для автоматизированной системы управления рассматриваются в [5]. В курсовой работе алгоритмы управления изображаются на чертеже в виде схем алгоритмов. На одном чертеже может быть изображено несколько схем алгоритмов. Для всех изображенных алгоритмов используется общая рамка чертежа и один штамп.

На чертеже, прежде всего, необходимо изобразить общий алгоритм работы системы управления, объясняющий взаимодействие всех уровней управления с объектом управления и между собой. При этом необходимо отобразить и взаимодействие системы управления с оперативным персоналом.

Общий алгоритм работы системы управления составляется укрупнено. Отдельные режимы работы всей системы могут показываться в виде predetermined процессов. Одновременная работа отдельных средств управления отображается параллельными процессами. При разработке общего алгоритма целесообразно предварительно составить укрупнённый граф функционирования системы управления с выделением характерных режимов работы и состояний системы управления.

Общий алгоритм управления дополняется частными алгоритмами для отдельных задач управления. Эти алгоритмы могут относиться как к нижнему, так и к верхнему уровню управления. Наиболее важным при этом является алгоритм управления объектом от контроллера. Этот алгоритм также может быть разбит на отдельные задачи с последующей детализацией в виде алгоритмов решения отдельных задач управления.

При вычерчивании схем алгоритмов в курсовой работе следует руководствоваться следующими правилами:

1. Размер графических символов выбирается с учетом учебного назначения чертежа и его последующей публичной защиты, поэтому ширина символов должна составлять около 50 мм.

2. Блоки алгоритма располагаются сверху вниз. Продолжающаяся часть алгоритма изображается в параллельной колонке. Для связи частей алгоритма используется символ соединителя.

3. Начало и конец алгоритма обозначаются символом терминатора. Этим же символом обозначается останов алгоритма, например, для ожидания команды оператора.

4. На чертеж следует выносить достаточно сложные алгоритмы, содержащие более 30 символов. Простые алгоритмы нужно помещать в пояснительную записку.

5. Алгоритм следует снабжать комментариями. Комментарий должен содержать дополнительную информацию к символам алгоритма, а не повторять содержание надписей, имеющих внутри символа.

6. Схема алгоритма не должна содержать «висящих» блоков, т.е. блоков, имеющих входную линию потока и не имеющих выходной. Наличие таких блоков вызывает «зависание» алгоритма и прекращение управления.

7. Блоки алгоритма последовательно нумеруются для их идентификации при описании алгоритма.

8. При разработке алгоритма следует принимать меры для повышения отказоустойчивости управления. Например, следует ограничивать время ожидания сигнала от опрашиваемого датчика для предотвращения «зависания» алгоритма при отказе датчика.

9. Повторяющиеся многократно операции следует оформлять в виде циклов.

10. Если алгоритм не помещается на листе чертежа, то его продолжают на другом листе. Для указания связи между частями алгоритма используется символ соединителя.

11. Если на чертеже изображено несколько алгоритмов, то каждый алгоритм должен иметь название. Название помещается над схемой алгоритма. Краткое название можно помещать в символе терминатора, соответствующего началу алгоритма.

12. Процессы управления, осуществляющиеся в режиме прерываний и реализуемые в виде подпрограмм обработки прерываний, изображаются в схеме алгоритма как параллельные процессы.

Представленный на чертеже алгоритм (алгоритмы) должен быть описан в пояснительной записке. При описании алгоритма следует привести такие сведения:

- назначение алгоритма и выполняемые им функции управления;
- из каких частей состоит алгоритм с указанием номеров блоков и назначения каждой части;

- работа алгоритма;
- особенности алгоритма, например, меры по повышению отказоустойчивости алгоритма.

Схемы алгоритмов оформляются в соответствии со стандартом ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) - Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения. Общие правила оформления схем алгоритмов рассмотрены в приложении.

2. ОФОРМЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

2.1. Условные изображения оборудования и коммуникаций

На функциональные схемы автоматизации распространяется действие стандарта ГОСТ 21.404-85 - Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах, а также ряда других стандартов ЕСКД, оговаривающих условные графические изображения различных объектов на схемах.

Технологическое оборудование и коммуникации при разработке функциональных схем должны изображаться, как правило, упрощенно, без указания отдельных технологических аппаратов и трубопроводов вспомогательного назначения. Однако изображенная таким образом технологическая схема должна давать ясное представление о принципе ее работы и взаимодействии со средствами автоматизации.

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

Технологические аппараты и трубопроводы вспомогательного назначения показывают только в случаях, когда они механически соединяются или взаимодействуют со средствами автоматизации. В отдельных случаях некоторые элементы технологического оборудования допускается изображать на функциональных схемах в виде прямоугольников с указанием наименования этих элементов или не показывать вообще.

Около изображений датчиков, отборных, приемных и других, подобных по назначению устройств, следует указывать наименование того технологического оборудования, к которому они относятся.

Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа изображают в соответствии с ГОСТ 2.784 — 70 (табл. 1). Для детального указания характера транспортируемой среды к цифровому обозначению

нию может добавляться буквенный индекс, например вода чистая — 1ч, пар перегретый — 2п, пар насыщенный — 2н и т. п. Условные числовые обозначения трубопроводов следует проставлять через расстояния не менее 50 мм.

Таблица 1. Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
Вода	-1-1-
Пар	-2-2-
Воздух	-3-3-
Азот	-4-4-
Кислород	-5-5-
Инертные газы:	
аргон	-6-6-
неон	-7-7-
гелий	-8-8-
криптон	-9-9-
ксенон	-10-10-
Аммиак	-11-11-
Кислота (окислитель)	-12-12-
Щелочь	-13-13-
Масло	-14-14-
Жидкое горючее	-15-15-
Горючие и взрывоопасные газы :	
водород	-16-16-
ацетилен	-17-17-
фреон	-18-18-
метан	-19-19-
этан	-20-20-
этилен	-21-21-
пропан	-22-22-
пропилен	-23-23-
бутан	-24-24-
бутилен	-25-25-

Противопожарный трубопровод	-26-26-
Вакуум	-27-27-

Детали трубопроводов, арматура, теплотехнические и санитарно-технические устройства и аппаратура показываются условными обозначениями по ГОСТ 2.785 — 70 и стандартам СПДС.

Для жидкостей и газов, не указанных в табл. 1, допускается использовать для обозначения другие цифры, но обязательно с необходимыми пояснениями новых условных обозначений.

Если обозначения трубопроводов на технологических чертежах не стандартизированы, то на функциональных схемах автоматизации следует применять условные обозначения, принятые в технологических схемах.

У изображения технологического оборудования, отдельных его элементов и трубопроводов следует давать соответствующие поясняющие надписи (наименование технологического оборудования, его номер, если таковой имеется, и др.), а также указывать стрелками направление потоков.

Отдельные агрегаты и установки технологического оборудования можно изображать оторвано друг от друга с соответствующими указаниями на их взаимосвязь.







На трубопроводах, на которых предусматривается установка отборных устройств и регулирующих органов, указывают диаметры условных проходов.






2.2. Изображение средств измерения и автоматизации

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и средства вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показываются в соответствии с ГОСТ 21.404 — 85 и отраслевыми нормативными документами.

При отсутствии в стандартах необходимых изображений разрешается применять нестандартные изображения, которые следует выполнять на основании характерных признаков изображаемых устройств. ГОСТ 21.404 — 85 предусматривает систему построения графических и буквенных условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами (табл. 2).

Таблица 2. Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор, устанавливаемый по месту	
Прибор, устанавливаемый на щите, пульте	
Исполнительный механизм. Общее обозначение. (Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется)	
Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении	

Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом (обозначение может применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала)	
Регулирующий орган	
Линия связи	
Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
Пересечение линий связи с соединением между собой	

В стандарте установлены два способа построения условных обозначений: упрощенный и развернутый. Для упрощенного способа по-

строения достаточно основных условных обозначений, приведенных в табл. 2, и буквенных обозначений, приведенных в табл. 3.

Развернутый способ построения условных графических обозначений может быть выполнен путем комбинированного применения основных (табл. 2 и 3) и дополнительных обозначений, приведенных в табл. 4 и 5. Сложные приборы, выполняющие несколько функций, допускается изображать несколькими окружностями, примыкающими друг к другу.

Методика построения условных графических обозначений для упрощенного и развернутого способов является общей. В верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора.

В нижней части окружности наносится позиционное обозначение (цифровое или буквенно-цифровое), служащее для нумерации комплекта измерения или регулирования (при упрощенном способе построения условных обозначений) или отдельных элементов комплекта (при развернутом способе построения условных обозначений).

Порядок расположения буквенных обозначений в верхней части (слева направо) должен быть следующим: обозначение основной измеряемой величины; обозначение, уточняющее (если необходимо) основную измеряемую величину; обозначение функционального признака прибора.

Таблица 3. Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85

Буква	Измеряемая величина		Функция, выполняемая прибором		
	Основное назначение первой буквы	Обозначение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное назначение
A			Сигнализация		
C				Регулирование, управление	
D	Плотность	Разность, перепад			
E	Любая электрическая величина				
F	Расход	Соотношение, доля, дробь			
G	Размер, положение, перемещение				
H	Ручное воздействие				Верхний предел измерения
I			Показание		

<i>J</i>		Автоматическое переключение, обегание			
<i>K</i>	Время, временная программа				
<i>L</i>	Уровень				Нижний предел измерения
<i>M</i>	Влажность				
<i>N</i>	Резервная буква				
<i>O</i>	Резервная буква				
<i>P</i>	Давление, вакуум				
<i>Q</i>	Величина, характеризующая качество, состав, концентрацию и т.п.	Интегрирование, суммирование по времени			
<i>R</i>	Радиоактивность		Регистрация		
<i>S</i>	Скорость, частота			Включение, отключение, переключение, сигнализация	
<i>T</i>	Температура				
<i>U</i>	Набор различных измеряемых величин				
<i>V</i>	Вязкость				
<i>W</i>	Масса				
<i>X</i>	Нерекомендуемая резервная буква				

Функциональные признаки (если их несколько в одном приборе) также располагаются в определенном порядке.

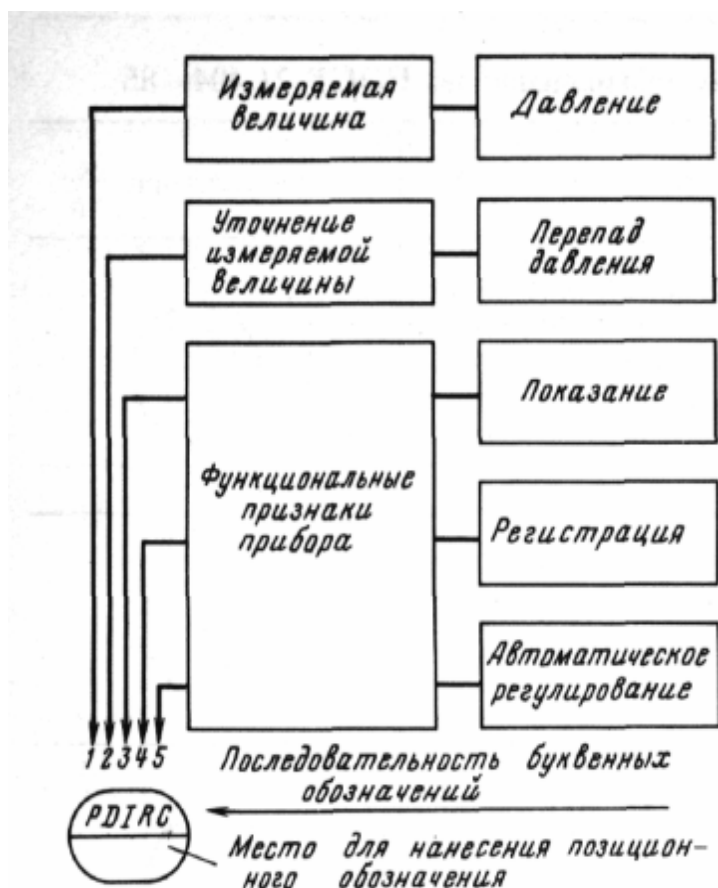


Рис. 4. Построение условного обозначения функции прибора

Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен на рис. 4.

При построении условных обозначений функций приборов следует указывать не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме. Так, при обозначении показывающих и самопишущих приборов (если функция «показание» не используется) следует писать *TR* вместо *TIR*, *PR* вместо *PIR* и т. п.

При построении условного обозначения сигнализатора уровня, блок

сигнализации которого является бесшкальным прибором и снабжен контактным устройством и встроенными сигнальными лампами, следует писать:

- а) *LS* — если прибор используется только для дистанционной сигнализации отклонения уровня и включения/выключения насоса;
- б) *LA* — если используются только сигнальные лампочки самого прибора;
- в) *LSA* — если используются обе функции в соответствии с примерами а) и б);
- г) *LC* — если прибор используется для позиционного регулирования уровня.

Таблица 4. Дополнительные буквенные обозначения функциональных признаков прибора

Наименование	Буква
Чувствительный элемент (первичное преобразование)	<i>E</i>
Дистанционная передача (промежуточное преобразование)	<i>T</i>
Станция управления	<i>K</i>
Преобразование, вычислительные функции	<i>Y</i>

Размеры графических условных обозначений по ГОСТ 21.404 — 85 приведены в табл. 6. Условные графические обозначения на схемах должны выполняться линиями толщиной 0,5 — 0,6 мм. Горизонтальная разделительная черта внутри обозначения и линии связи должны выполняться линиями толщиной 0,2 — 0,3 мм.

В обоснованных случаях (например, при позиционных обозначениях, состоящих из большого числа знаков) для обозначения первичных преобразователей и приборов допускается вместо окружности применять обозначения в виде эллипса.

Примеры построения условных обозначений, устанавливаемых ГОСТ 21.404 — 85, приведены в табл. 7.

При использовании условных обозначений по ГОСТ 21.404 — 85 необходимо руководствоваться следующими правилами:

1) буква *A* (см. табл. 3) применяется для обозначения функции сигнализации при упрощенном способе построения условных обозначений, а также при развернутом способе, когда для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор. Во всех остальных случаях для обозначения контактного устройства прибора применяется буква *S* и при необходимости символ ламп, гудка, звонка.

Сигнализируемые предельные значения измеряемых величин следует конкретизировать добавлением букв *H* и *L*. Эти буквы наносятся вне графического обозначения, справа от него (см. табл. 7, пп. 31, 32).

Букву *S* не следует применять для обозначения функции регулирования (в том числе позиционного);

Таблица 5. Дополнительные обозначения функциональных признаков

Наименование	Обознач.
Род сигнала:	
электрический	E

пневматический	P
гидравлический	G
Виды сигнала:	
аналоговый	A
дискретный	D
Вычислительные операции:	
суммирование	Σ
умножение на коэффициент K	K
перемножение сигналов	\times
деление сигналов	$:$
возведение сигнала f в степень n	f^n
извлечение из сигнала f корня степени n	$\sqrt[n]{f}$
логарифмирование	lg
дифференцирование	dx/dt
интегрирование	\int
изменение знака сигнала	$\times(-1)$
ограничение сигнала сверху	max
ограничение сигнала снизу	Min
Связь с вычислительным комплексом:	
передача сигнала на ЭВМ	B_i
вывод информации с ЭВМ	B_o

2) для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора (справа от него) необходимо указывать наименование или символ измеряемой величины, например «напряжение», «ток», pH , O_2 и т. д. (см. табл. 7, пп. 41-43);

3) в случаях необходимости около изображения прибора допускается указывать вид радиоактивности, например α -, β - или γ -излучение (см. табл. 7, п. 44);

4) буква U может быть использована для обозначения прибора, измеряющего несколько разнородных величин. Подробная расшифровка измеряемых величин должна быть приведена около прибора или на поле чертежа (см. табл. 7, п. 46);

5) для обозначения величин, не предусмотренных данным стандартом, могут быть использованы резервные буквы. Многократно применяемые величины следует обозначать одной и той же резервной буквой.

Для одноразового или редкого применения может быть использована буква X . При необходимости применения резервных буквенных обозначений они должны быть расшифрованы на схеме. Не допускается

в одной и той же документации применение одной резервной буквы для обозначения различных величин;

6) для обозначения дополнительных значений прописные буквы *D*, *F*, *Q* допускается заменять строчными *d*, *f*, *q*;

7) если позиционное обозначение прибора не помещается в окружность, допускается нанесение его вне окружности;

8) буква *E* (см. табл. 7) применяется для обозначения чувствительных элементов, т. е. устройств, выполняющих первичное преобразование. Примерами первичных преобразователей являются термометры термоэлектрические (термопары), термометры сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров и т. п.;

9) буква *T* означает промежуточное преобразование — дистанционную передачу сигнала. Ее рекомендуется применять для обозначения приборов с дистанционной передачей показаний, например бесшкальных манометров (дифманометров), манометрических термометров с дистанционной передачей и т. п.

10) буква *K* применяется для обозначения приборов, имеющих станцию управления, т. е. переключатель выбора вида управления (автоматическое, ручное);

11) буква *Y* рекомендуется для обозначения преобразователей сигналов и вычислительных устройств;

12) порядок построения условных обозначений с применением дополнительных букв следующий: на первом месте ставится буква, обозначающая измеряемую величину, на втором — одна из дополнительных букв *E*, *T*, *K* или *Y*.

Например, первичные измерительные преобразователи температуры (термометры термоэлектрические, термометры сопротивления и др.) обозначаются *TE*, первичные измерительные преобразователи расхода (сужающие устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров и др.) — *FE*; бесшкальные манометры с дистанционной передачей показаний — *PT*; бесшкальные расходомеры с дистанционной передачей — *FT* и т. д.;

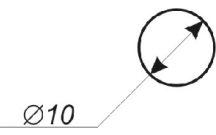
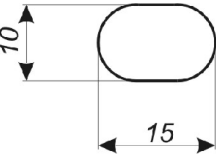
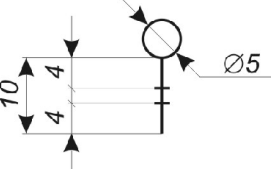
13) при применении обозначений из табл. 5 надписи, расшифровывающие вид преобразования или операции, выполняемые вычислительным устройством, наносятся справа от графического изображения прибора;

14) в обоснованных случаях во избежание неправильного понимания схемы допускается вместо условных обозначений приводить полное наименование преобразуемых сигналов. Также рекомендуется

обозначать некоторые редко применяемые или специфические сигналы, например кодовый, времяимпульсный, числоимпульсный и т. д.;

15) при построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого прибора, входящего в комплект, является наименованием измеряемой комплектом величины. Например, в комплекте для измерения регулирования температуры первичный измерительный преобразователь следует обозначать *TE*, вторичный регистрирующий прибор — *TR* и т. п.

Таблица 6. Размеры символов

Наименование	Обозначение
Прибор, функция. Основное обозначение	
Прибор, функция. Допускаемое обозначение	
Исполнительный механизм	

При построении условных обозначений по ГОСТ 21.404 — 85 предусматриваются следующие исключения:

1) все устройства, выполненные в виде отдельных блоков и предназначенные для ручных операций, должны иметь на первом месте в обозначении букву *H* независимо от того, в состав какого измерительного комплекта они входят, например, переключатели электрических цепей измерения (управления), переключатели газовых (воздушных) линий обозначаются *HS*, байпасные панели дистанционного управления — *HC*, кнопки (ключи) для дистанционного управления, задатчики — *H* и т. п.;

2) при обозначении комплекта, предназначенного для измерения нескольких разнородных величин, первичные измерительные преобразователи (датчики) следует обозначать в соответствии с измеряемой величиной, вторичный прибор — *UP*;

3) в отдельных случаях при построении обозначений комплектов, предназначенных для измерения качества косвенным методом, первая буква в обозначении датчика может отличаться от первой буквы в обозначении вторичного прибора (например, для измерения качества продукта пользуются методом температурной депрессии). Датчиками температуры при этом являются термометры сопротивления, вторичным прибором — автоматический мост. Обозначение такого комплекта при развернутом способе будет следующим: датчики — *TE*, вторичный прибор — *QR* (см. табл. 7, п. 43).

Щиты, стивы, пульты управления на функциональных схемах изображаются условно в виде прямоугольных произвольных размеров,

достаточных для нанесения графических условных обозначений устанавливаемых на них приборов, средств автоматизации, аппаратуры управления и сигнализации по ГОСТ 21.404-85.

Комплектные устройства (машины централизованного контроля, управляющие машины, полуконтакты телемеханики и др.) обозначаются на функциональных схемах также в виде прямоугольников.

Функциональные связи между технологическим оборудованием и установленными на нем первичными преобразователями, а также со средствами автоматизации, установленными на щитах и пультах, на схемах показываются тонкими сплошными линиями. Каждая связь обозначается одной линией независимо от фактического числа проводов или труб, осуществляющих эту связь. К условным обозначениям приборов и средств автоматизации для входных и выходных сигналов линии связи допускается подводить с любой стороны, в том числе сбоку и под углом. Линии связи должны наноситься на чертежи по кратчайшему расстоянию и проводиться с минимальным числом пересечений.

Допускается пересечение линиями связи изображений технологического оборудования и коммуникаций. Пересечение линиями связи условных обозначений приборов и средств автоматизации не допускается.

2.3. Позиционные обозначения приборов и средств автоматизации

Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на функциональных схемах, присваиваются позиционные обозначения (позиции), сохраняющиеся во всех материалах проекта.

На стадии проекта позиционные обозначения выполняют арабскими цифрами в соответствии с нумерацией и заявочной ведомостью приборов, средств автоматизации и электроаппаратуры.

На стадии рабочей документации при одностадийном проектировании позиционные обозначения приборов и средств автоматизации образуются из двух частей: обозначение арабскими цифрами номера функциональной группы и строчными буквами русского алфавита номеров приборов и средств автоматизации в данной функциональной группе.

Буквенные обозначения присваиваются каждому элементу функциональной группы в порядке алфавита в зависимости от последовательности прохождения сигнала — от устройств получения информации к устройствам воздействия на управляемый процесс (например, приемное устройство — датчик, вторичный преобразователь — задатчик —

регулятор — указатель положения — исполнительный механизм, регулирующий орган).

Позиционные обозначения отдельных приборов и средств автоматизации, таких как регулятор прямого действия, манометр, термометр и др., состоят только из порядкового номера.

Позиционные обозначения должны присваиваться всем элементам функциональных групп, за исключением:









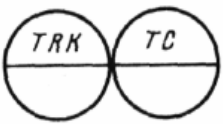
- а) отборных устройств;
- б) приборов из средств автоматизации, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием;
- в) регулирующих органов и исполнительных механизмов, входящих в данную систему автоматического управления, но заказываемых и устанавливаемых в технологических частях проекта.



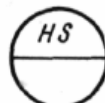
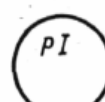





Обозначения на функциональных схемах электроаппаратуры на стадии рабочей документации или при одностадийном проектировании должны соответствовать обозначениям, принятым в принципиальных электрических схемах.

При определении границ каждой функциональной группы следует учитывать следующее обстоятельство: если какой-либо прибор или регулятор связан с несколькими датчиками или получает дополнительные воздействия по другим параметрам (например, корректирующий сигнал), то все элементы схемы, осуществляющие дополнительные функции, относятся к той функциональной группе, на которую они оказывают воздействие.

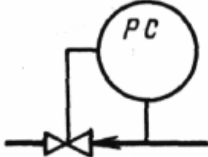





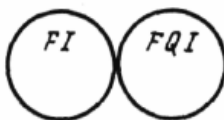

Регулятор соотношения, в частности, входит в состав той функциональной группы, на которую оказывается ведущее воздействие по независимому параметру. То же относится и к прямому цифровому управлению, где входным цепям контура регулирования присваивается одна и та же позиция.





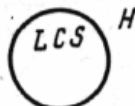




Таблица 7. Примеры построения условных обозначений




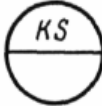

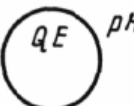
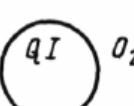


№ пп.	Наименование	Обозначение
1	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (термометр термоэлектрический, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.)	
2	Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный по месту (термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.)	
3	Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
4	Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
5	Прибор для измерения температуры, одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр самопишущий, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
6	Прибор для измерения температуры с автоматическим обегаяющим устройством, регистрирующий, установленный на щите (потенциометр многоточечный самопишущий, мост автоматический и т. п.)	
7	Прибор для измерения температуры, регистрирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
8	Регулятор температуры, бесшкальный, установленный по месту (например, dilatометрический регулятор температуры)	
9	Комплект для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»)	





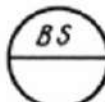
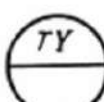
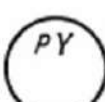


№ пп.	Наименование	Обозначение
10	Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное)	
11	Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите	
12	Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых воздушных линий, установленных на щите	
13	Прибор для измерения давления (разрежение), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т. п.)	 ✓
14	Прибор для измерения перепада давления, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр показывающий)	
15	Прибор для измерения давления (разрежения), бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
16	Прибор для измерения давления (разрежения), регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления)	
17	Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления)	
18	Прибор для измерения давления (разрежения), показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.)	

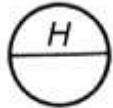
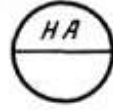
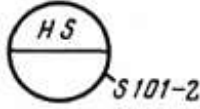
Продолжение табл. 7

№ пп.	Наименование	Обозначение
19	Регулятор давления, работающий без использования постоянного источника энергии (регулятор давления прямого действия), «до себя»	
20	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.)	
21	Прибор для измерения расхода, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей)	
22	Прибор для измерения соотношения расходов, регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов)	
23	Прибор для измерения расхода, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр или ротаметр показывающий)	
24	Прибор для измерения расхода, интегрирующий, установленный по месту (например, любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегратором)	
25	Прибор для измерения расхода, показывающий, интегрирующий, установленный по месту (например, показывающий дифманометр с интегратором)	
26	Прибор для измерения расхода, интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (например, счетчик-дозатор)	

№ пп.	Наименование	Обозначение
27	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера)	
28	Прибор для измерения уровня, показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня)	
29	Прибор для измерения уровня, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле уровня)	
30	Прибор для измерения уровня, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
31	Прибор для измерения уровня, бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту (например, электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква Н в данном примере означает блокировку по верхнему уровню)	
32	Прибор для измерения уровня, показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы Н и L означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней)	
33	Прибор для измерения плотности раствора, бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотнмера с пневмо- или электропередачей)	
34	Прибор для измерения размеров, показывающий, установленный по месту (например, показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты)	
35	Прибор для измерения любой электрической величины, показывающий, установленный по месту (надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа) (см., например, пп. 36—38)	

№ пп.	Наименование	Обозначение
36	Вольтметр	
37	Амперметр	
38	Ваттметр	
39	Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный электропневматический прибор КЭП, многоцепное реле времени и т. п.)	
40	Прибор для измерения влажности, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера)	
41	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра)	
42	Прибор для измерения качества продукта, показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах)	
43	Прибор для измерения качества продукта, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе)	
44	Прибор для измерения радиоактивности, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций α - и β -лучей)	

№ пп.	Наименование	Обозначение
45	Прибор для измерения частоты вращения привода, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора)	
46	Прибор для измерения нескольких разнородных величин, регистрирующий, установленный по месту (например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры пара. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится либо справа от прибора, либо на поле схемы в примечании)	 $U=f(F, P, T)$
47	Прибор для измерения вязкости раствора, показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий)	
48	Прибор для измерения массы продукта, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно-тензометрическое или сигнализирующее)	
49	Прибор для контроля погасания факела в печи, бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы В должно быть оговорено на поле схемы)	
50	Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический, например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования термо-ЭДС термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока)	 E/E
51	Преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной — электрический)	 P/E
52	Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения на постоянный коэффициент K	 K
53	Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резервной буквы должно быть оговорено на поле чертежа схемы)	

№ пп.	Наименование	Обозначение
54	Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления, задатчик и т. п.)	
55	Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т. п.)	
56	Ключ управления, предназначенный для выбора режима управления, установленный на щите (например, приведен для иллюстрации случая, когда позиционное обозначение велико и поэтому наносится вне окружности)	

В системах централизованного контроля с применением вычислительной техники, в схемах телеизмерения, в сложных схемах автоматического управления с общими для разных функциональных групп устройствами все общие элементы выносятся в самостоятельные функциональные группы.

Позиционные обозначения в функциональных схемах проставляют рядом с условными графическими обозначениями приборов и средств автоматизации (по возможности с правой стороны или сверху).

2.4. Требования к оформлению и примеры выполнения функциональных схем

Функциональная схема выполняется в виде чертежа, на котором схематически условными изображениями показывают: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации с указанием связей между технологическим оборудованием и средствами автоматизации, а также связей между отдельными функциональными блоками и элементами автоматики.

Функциональные схемы автоматизации могут разрабатываться с большей или меньшей степенью детализации. Однако объем информации, представленный на схеме, должен обеспечить полное представление о принятых основных решениях по автоматизации данного технологического процесса и возможность составления на стадии проекта заявочных ведомостей приборов и средств автоматизации, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов и изде-

лий, а на стадии рабочего проекта — всего комплекса проектных материалов, предусмотренных в составе проекта.

Функциональную схему автоматизации выполняют, как правило, на одном листе, на котором изображают средства автоматизации и аппаратуру всех систем контроля, регулирования, управления и сигнализации, относящуюся к данной технологической установке. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, реле, автоматы, выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элементы, на функциональных схемах не показывают.

Сложные технологические схемы рекомендуется расчленять на отдельные технологические узлы и выполнять функциональные схемы этих узлов в виде отдельных чертежей на нескольких листах или на одном.

Для технологических процессов с большим объемом автоматизации функциональные схемы могут быть выполнены отдельно по видам технологического контроля и управления. Например, отдельно выполняются схемы автоматического управления, контроля и сигнализации и т. п.

Функциональные схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами: с условным изображением щитов и пультов управления в виде прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в которых показываются устанавливаемые на них средства автоматизации; с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств, без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

При выполнении схем по первому способу на них показываются все приборы и средства автоматизации, входящие в состав функционального блока или группы, и место их установки. Преимуществом этого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы и работу с проектными материалами.

Пример выполнения функциональных схем по первому способу дан на рис. 5.

При построении схем по второму способу, хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объема документации. Чтение функциональных схем, выполненных таким образом, затруднено, не отображают организацию пунктов контроля и управления объектом.

Примеры выполнения функциональных схем по второму способу даны на рис. 6.

Как уже указывалось, приборы и средства автоматизации при выполнении функциональных схем, как первым, так и вторым способом могут быть изображены развернуто, упрощенно или комбинированно.

При развернутом изображении на схемах показывают: отборные устройства, датчики, преобразователи, вторичные приборы, исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы, аппаратуру управления и сигнализации, комплектные устройства (машины централизованного контроля, телемеханические устройства) и т. д.

При упрощенном изображении на схемах показывают: отборные устройства, измерительные и регулирующие приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы. Для изображения промежуточных устройств (вторичных приборов, преобразователей, аппаратуры управления и сигнализации и т. п.) используются общие обозначения в соответствии с действующими стандартами на условные обозначения в схемах автоматизации.

Комбинированное изображение предполагает показ средств автоматизации в основном развернуто, однако некоторые узлы изображают упрощенно.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них. К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства давления, уровня, состава вещества, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулирующих величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики, термометры расширения и т. п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Для датчиков и приборов, указывающих положение регулирующих органов, исполнительных механизмов и т. п., необходимо показывать существующую механическую связь (см. табл. 2).

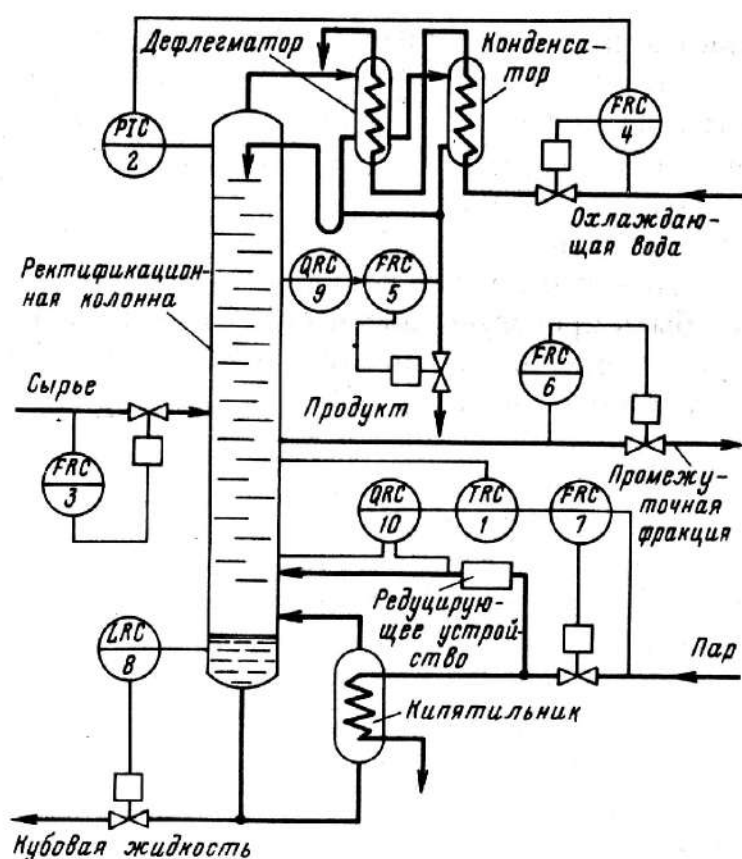


Рис. 6. Схема автоматизации, выполненная вторым способом

Прямоугольники щитов и пультов следует располагать в такой последовательности, чтобы при размещении в них обозначений приборов и средств автоматизации обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи.

В прямоугольниках можно указывать номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны указыва-

ют его наименование.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показывают в прямоугольнике «Приборы местные».

При вычерчивании функциональной схемы следует избегать дублирования одинаковых ее частей, относящихся как к технологическому оборудованию, так и к средствам автоматизации.

На чертежах функциональных схем должны быть приведены пояснения, на основании каких документов они разработаны. Допускается также на свободном поле схемы давать краткую техническую характеристику автоматизируемого объекта, поясняющие таблицы, диаграммы и т. п.

Для облегчения понимания сущности автоматизируемого объекта, возможности выбора диапазонов измерения и шкал приборов, уставок регуляторов на функциональных схемах указывают предельные рабочие

(максимальные или минимальные) значения измеряемых или регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы (см. рис. 5).

Эти значения в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений указываются на линиях связи от отборных устройств датчиков до приборов. Для приборов, встраиваемых непосредственно в технологическое оборудование или трубопроводы (термометры расширения, расходомеры постоянного перепада и т. п.) и располагаемых вне прямоугольников, предельные значения величин указывают под позиционными обозначениями приборов или вблизи обозначений.

Над основной надписью, по ее ширине сверху вниз, на первом листе чертежа располагают таблицу не предусмотренных стандартами условных обозначений, принятых в данной функциональной схеме; при необходимости эти таблицы можно выполнять на отдельных листах.

Пояснительный текст располагают обычно над таблицей условных обозначений (или над основной надписью) или в другом свободном месте.

Контуры технологического оборудования на функциональных схемах рекомендуется выполнять линиями толщиной 0,6—1,5 мм; трубопроводные коммуникации 0,6—1,5 мм; приборы и средства автоматизации 0,5 — 0,6 мм, линии связи 0,2 — 0,3 мм; прямоугольники, изображающие щиты и пульты, 0,6—1,5 мм.

При выполнении функциональных схем обоими способами с изображением приборов по ГОСТ 21.404 — 85 отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов не имеет специального обозначения, а представляет собой тонкую сплошную линию, соединяющую технологический трубопровод или аппарат с первичным измерительным преобразователем или прибором (см. рис. 5).

При необходимости указания точного места расположения отборного устройства или точки измерения (внутри контура технологического аппарата) в конце тонкой линии изображается окружность диаметром 2 мм (см. прибор 8-1 на рис. 5).

Допускается запорную и регулирующую арматуру (например, задвижки, заслонки, шиберы, направляющие аппараты и т. п.), участвующую в системах автоматизации и заказываемую по технологической части проекта, изображать на функциональных схемах в соответствии с действующими стандартами.

Подвод линий связи к символу прибора допускается изображать в любой точке окружности (сверху, снизу, сбоку).

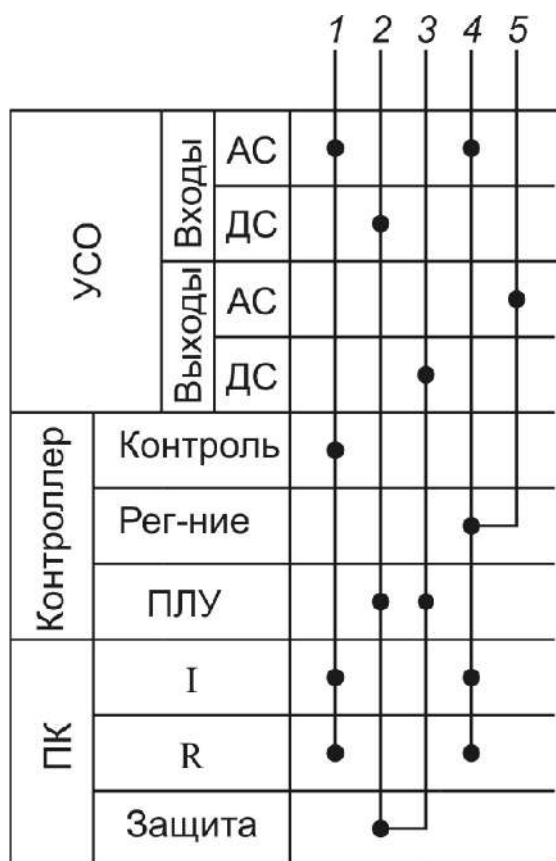


Рис. 7. Обозначение ПК

При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи допускается наносить стрелки (см. линии связи между приборами 10, 1 и 7 на рис. 6).

2.5. Отображение функций средств вычислительной техники.

Стандарт ГОСТ 21.404 — 85 специально не оговаривает способы отображения на функциональной схеме функций управления, осуществляемых средствами вычислительной техники (программируемые контроллеры, промышленные компьютеры, АРМ и др.). Поскольку такие средства многофункциональны, то при обыч-

ном способе изображения приборов управления возникают определенные сложности при назначении позиционных обозначений устройствам управления.

Для отображения на схеме функций управления и контроля, осуществляемых средствами вычислительной техники, в настоящее время часто используются установившиеся «де-факто» отраслевые нормы и стандарты. Распространенным способом отображения функций программируемого контроллера (или компьютера) является табличный способ, при котором входы-выходы контроллера и его функции обозначаются отдельными строками таблицы.

На рис. 7 изображен пример обозначения функций программируемого контроллера и промышленного компьютера (ПК) при управлении объектом. Отдельно показано устройство сопряжения с объектом (УСО), обеспечивающее ввод-вывод аналоговых сигналов (АС) и дискретных сигналов (ДС).

Линия 1 соответствует входному аналоговому сигналу, подаваемому на аналоговый вход УСО и поступающему в контроллер. Контроллер осуществляет контроль величины, соответствующий этому сигналу, и передает информацию о величине компьютеру ПК. ПК обес-

печивает регистрацию величины и её индикацию на мнемосхеме управляемого объекта (в SCADA-системе).

Сигнал 2 является дискретным и поступает на дискретный вход УСО. Контроллер использует этот сигнал для программно-логического управления (ПЛУ). Информация о сигнале передается контроллером в ПК. На основании этого сигнала ПК выполняет функцию защиты.

Выходной сигнал управления формируется контроллером при решении задачи ПЛУ с учетом блокирующего сигнала от ПК. Сформированный сигнал управления выводится на соответствующий исполнительный механизм с дискретного выхода УСО (линия 3 является выходом управляющего сигнала).

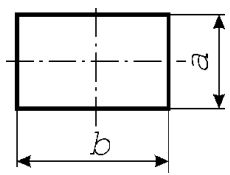
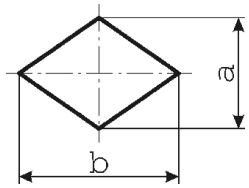
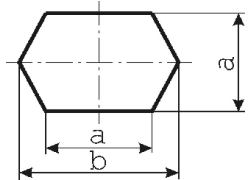
Недостатком такого изображения функций управления является то, что в обозначении функции отсутствует информация об управляемой величине и ограниченные возможности с точки зрения числа одновременно отображаемых функций.

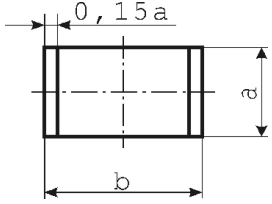
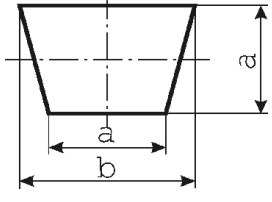
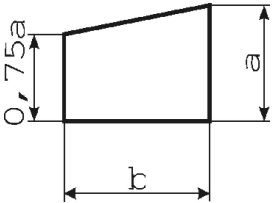
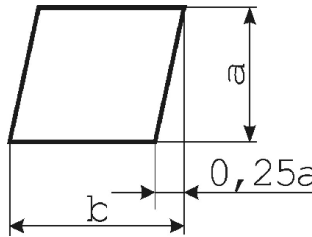
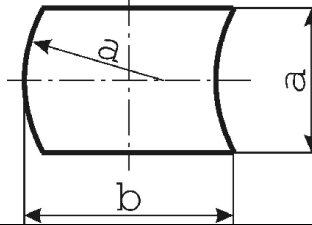
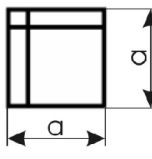
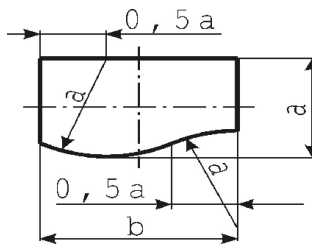
3. ОФОРМЛЕНИЕ СХЕМ АЛГОРИТМОВ

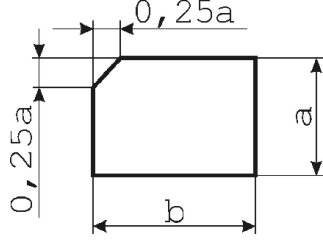
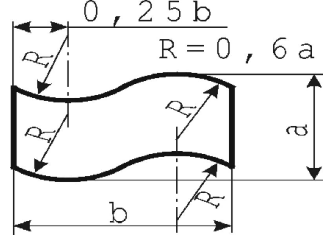
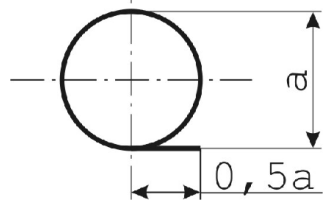
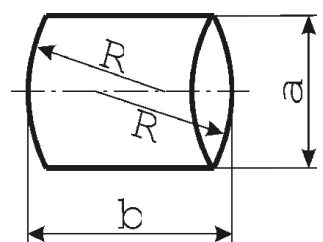
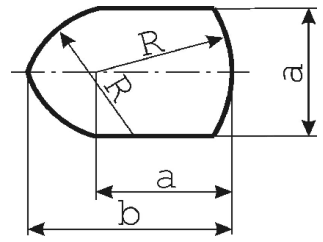
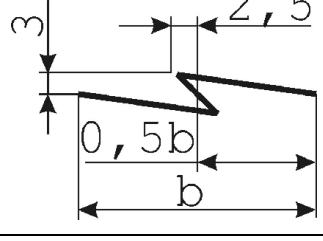

3.1. Символы схем алгоритмов

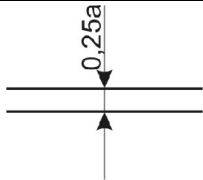
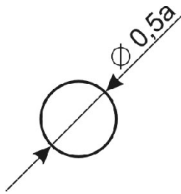
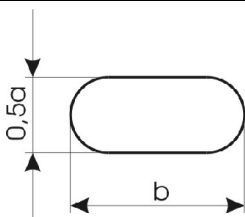
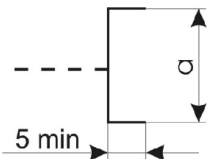
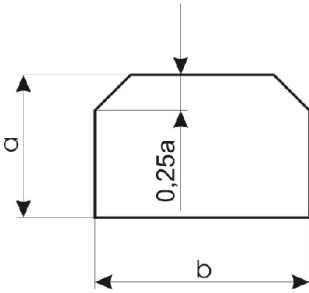
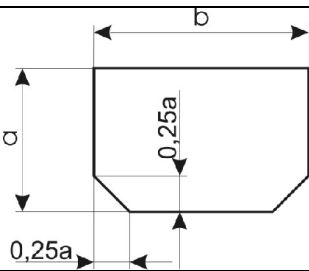
Схемы алгоритмов оформляются в соответствии с ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) - Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения. Перечень, наименование, обозначение и размеры обязательных символов и отображаемые ими функции в алгоритме и программе обработки данных приведены в табл. 8.

Таблица 8

Наименование	Обозначение и размеры в мм	Функция
1	2	3
1. Процесс		Символ отображает функцию обработки данных любого вида (выполнение определенной операции или группы операций, приводящее к изменению значения, формы или размещения информации или к определению, по которому из нескольких направлений потока следует двигаться).
2. Решение		Символ отображает решение или функцию переключательного типа, имеющую один вход и ряд альтернативных выходов, один и только один из которых может быть активизирован после вычисления условий, определенных внутри этого символа. Соответствующие результаты вычисления могут быть записаны по соседству с линиями, отображающими эти пути.
3. Подготовка		Символ отображает модификацию команды или группы команд с целью воздействия на некоторую последующую функцию (установка переключателя, модификация индексного регистра или инициализация программы).

4. Предопределенный процесс		Символ отображает предопределенный процесс, состоящий из одной или нескольких операций или шагов программы, которые определены в другом месте (в подпрограмме, модуле).
5. Ручная операция		Символ отображает любой процесс, выполняемый человеком.
6. Ручной ввод		Символ отображает данные, вводимые вручную во время обработки с устройств любого типа (клавиатура, переключатели, кнопки, световое перо, полосы со штриховым кодом).
7. Данные		Символ изображает данные, носитель данных не определен.
8. Запоминаемые данные		Символ отображает хранимые данные в виде, пригодном для обработки, носитель данных не определен.
10. Оперативное запоминающее устройство		Символ отображает данные, хранящиеся в оперативном запоминающем устройстве.
11. Документ		Символ отображает данные, представленные на носителе в удобочитаемой форме (машинограмма, документ для оптического или магнитного считывания, микрофильм, рулон ленты с итоговыми данными, бланки ввода данных).

12. Карта		Символ отображает данные, представленные на носителе в виде карты (перфокарты, магнитные карты, карты со считываемыми метками, карты с отрывным ярлыком, карты со сканируемыми метками).
13. Бумажная лента		Символ отображает данные, представленные на носителе в виде бумажной ленты.
14. Запоминающее устройство с последовательным доступом		Символ отображает данные, хранящиеся в запоминающем устройстве с последовательным доступом (магнитная лента, кассета с магнитной лентой, магнитофонная кассета).
15. Запоминающее устройство с прямым доступом		Символ отображает данные, хранящиеся в запоминающем устройстве с прямым доступом (магнитный диск, магнитный барабан, гибкий магнитный диск).
16. Дисплей		Символ отображает данные, представленные в человекочитаемой форме на носителе в виде отображающего устройства (экран для визуального наблюдения, индикаторы ввода информации).
17. Канал связи		Символ отображает передачу данных по каналу связи.
18. Линия		Символ отображает поток данных или управления.

19. Параллельные действия		Символ отображает синхронизацию двух или более параллельных операций.
20. Соединитель		Символ отображает выход в часть схемы и вход из другой части этой схемы и используется для обрыва линии и продолжения ее в другом месте. Соответствующие символы-соединители должны содержать одно и то же уникальное обозначение.
21. Терминатор		Символ отображает выход во внешнюю среду и вход из внешней среды (начало или конец схемы программы, внешнее использование и источник или пункт назначения данных).
22. Комментарий		Символ используют для добавления описательных комментариев или пояснительных записей в целях объяснения или примечаний. Пунктирные линии в символе комментария связаны с соответствующим символом или могут обводить группу символов. Текст комментариев или примечаний должен быть помещен около ограничивающей фигуры.
23. Граница цикла (начало)		Символ, состоящий из двух частей, отображает начало и конец цикла. Обе части символа имеют один и тот же идентификатор. Условия для инициализации, приращения, завершения и т.д. помещаются внутри символа в начале или в конце в зависимости от расположения операции, проверяющей условие.
24. Граница цикла (конец)		

3.2. Правила оформления схем алгоритмов

С помощью описанных выше символов изображаются схемы данных, схемы программы, схемы работы систем, схемы взаимодействия программ, схемы ресурсов систем.

Схемы данных отображают путь данных при решении задач и определяют этапы обработки, а также различные применяемые носители данных. Схемы программ отображают последовательность операций в программе. Схемы работы системы отображают управление операциями и поток данных в системе.

Схемы взаимодействия программ отображают путь активаций программ и взаимодействий с соответствующими данными. Каждая программа в схеме взаимодействия программ показывается только один раз (в схеме работы системы программа может изображаться более чем в одном потоке управления).

Схемы ресурсов системы отображают ту конфигурацию блоков данных и обрабатывающих блоков, которая требуется для решения задачи или набора задач.

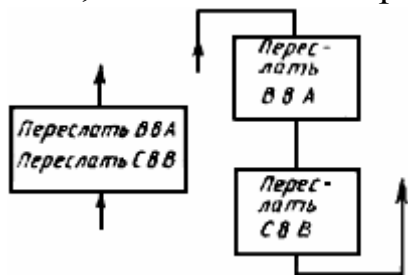
Схема алгоритма составляется из графических символов, соединенных линиями связи и снабжается дополнительными описаниями.

Символ предназначен для графической идентификации функции, которую он отображает, независимо от текста внутри этого символа.

Символы в схеме должны быть расположены равномерно. Следует придерживаться разумной длины соединений и минимального числа длинных линий. Большинство символов задумано так, чтобы дать возможность включения текста внутри символа.

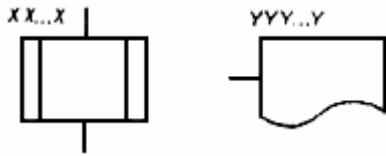
Формы символов, установленные стандартом, должны служить руководством для фактически используемых символов. Не должны изменяться углы и другие параметры, влияющие на соответствующую форму символов. Символы должны быть, по возможности, одного размера.

Символы могут быть вычерчены в любой ориентации, но, по возможности, предпочтительной является горизонтальная ориентация. Зеркальное изображение формы символа обозначает одну и ту же функцию, но не является предпочтительным.

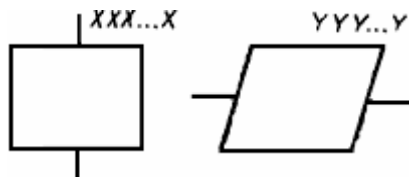


Минимальное количество текста, необходимого для понимания функции данного символа, следует помещать внутри данного символа. Текст для чтения должен записываться слева направо и сверху вниз независимо от направления потока.

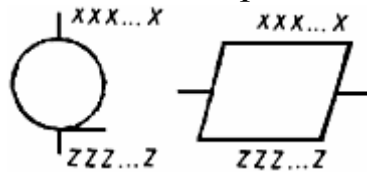
Если объем текста, помещаемого внутри символа, превышает его размеры, следует использовать символ комментария. Если использование символов комментария может запутать или разрушить ход схемы, текст следует помещать на отдельном листе и давать перекрестную ссылку на символ.



В схемах может использоваться идентификатор символов. Это связанный с данным символом идентификатор, который определяет символ для использования в справочных целях в других элементах документации (например, в листинге программы). Идентификатор символа должен располагаться слева над символом.



В схемах может использоваться описание символов - любая другая информация, например, для отображения специального применения символа с перекрестной ссылкой, или для улучшения понимания функции как части схемы. Описание символа должно быть расположено справа над символом.

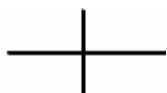


В схемах работы системы символы, отображающие носители данных, во многих случаях представляют способы ввода-вывода. Для использования в качестве ссылки на документацию текст на схеме для символов, отображающих способы вывода, должен размещаться справа над символом, а текст для символов, отображающих способы ввода, - справа под символом.

При выборе размеров символов можно руководствоваться следующими рекомендациями. Размер a выбирается из ряда 10, 15, 20 мм. Размер a можно увеличивать на число, кратное 5 мм. Размер b принимается $1,5a$. При ручном выполнении схем алгоритмов и программ допускается устанавливать b равным $2a$. Эти рекомендации были даны в предыдущей редакции стандарта. В действующей редакции стандарта размеры символов не оговорены.

Потоки данных или потоки управления в схемах показываются линиями. Направление потока слева направо и сверху вниз считается стандартным.

В случаях когда необходимо внести большую ясность в схему (например, при соединениях), на линиях используются стрелки. Если поток имеет направление, отличное от стандартного, стрелки должны указывать это направление.



В схемах следует избегать пересечения линий. Пересекающиеся линии не имеют логической связи между собой,

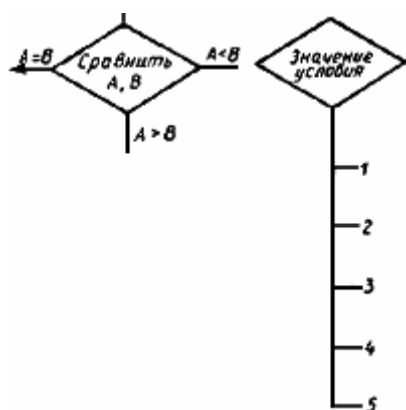
поэтому изменения направления в точках пересечения не допускаются.

Две или более входящие линии могут объединяться в одну исходящую линию. Если две или более линии объединяются в одну линию, место объединения смещается.



Линии в схемах должны подходить к символу либо слева, либо сверху, а исходить либо справа, либо снизу. Линии должны быть направлены к центру символа.

При необходимости линии в схемах следует разрывать для устранения излишних пересечений или слишком длинных линий, а также, если схема состоит из нескольких страниц. Соединитель в начале разрыва называется внешним соединителем, а соединитель в конце разрыва - внутренним соединителем.



Несколько выходов из символа можно показывать либо несколькими линиями от данного символа к другим символам; либо одной линией от данного символа, которая затем разветвляется в соответствующее число линий.

Каждый выход из символа должен сопровождаться соответствующими значениями условий, чтобы показать логический путь, который он представляет, с тем, чтобы эти условия и соответствующие ссылки были идентифицированы.

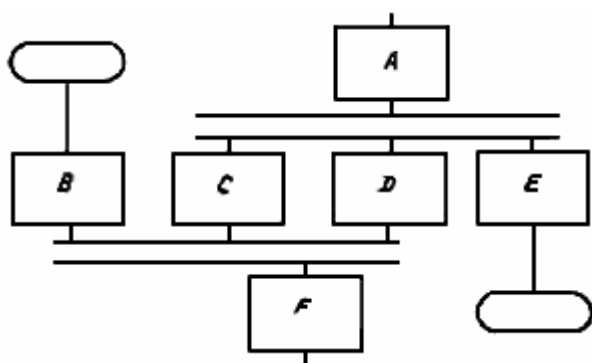


При изображении схемы может возникнуть необходимость в повторяющемся представлении, когда необходимо изобразить группу некоторых объектов. В этом случае вместо одного символа с соответствующим текстом могут быть использованы несколько символов с перекрытием изображения, каждый из которых содержит описательный текст (использование или формирование нескольких носителей данных или файлов, производство множества копий печатных отчетов или форматов перфокарт).

Когда несколько символов представляют упорядоченное множество, это упорядочение должно располагаться от переднего (первого) к заднему (последнему).

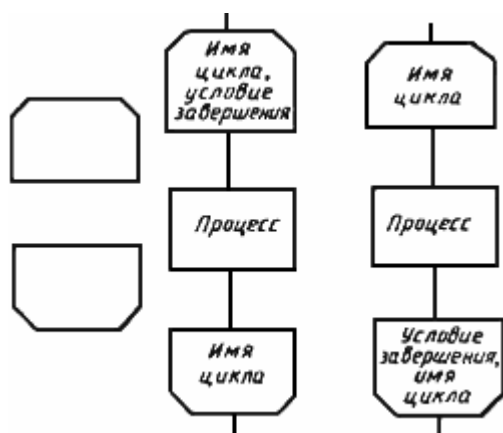
Линии могут входить или исходить из любой точки перекрытых символов, однако требования к их изображению должны соблюдаться. Приоритет или последовательный порядок не-

скольких символов не изменяется посредством точки, в которой линия входит или из которой исходит.



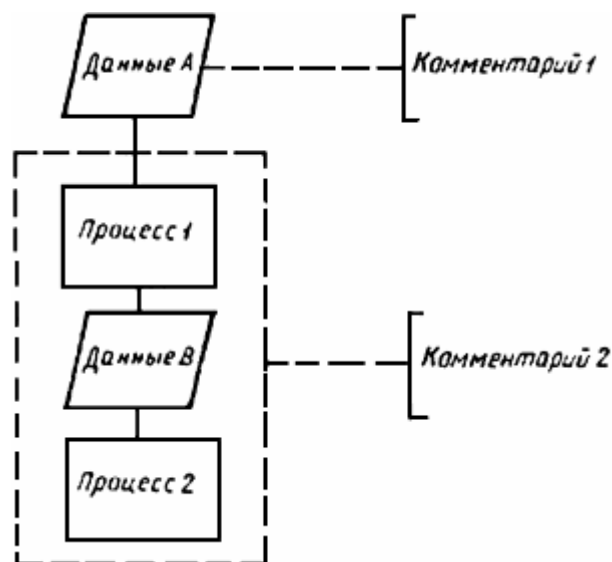
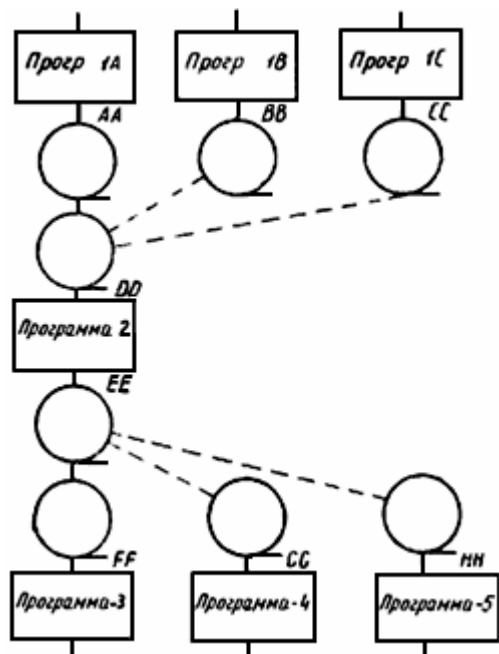
Пример использование в схеме описания параллельных действий. Процессы C, D и E не могут начаться до тех пор, пока не завершится процесс A; аналогично процесс F должен ожидать завершения процессов B, C и D, однако процесс C может начаться и (или) завершиться

прежде, чем соответственно начнется и (или) завершится процесс D.



Пример оформления цикла. Цикл начинается с символа «начало цикла» и завершается символом «конец цикла». Между этими символами помещается «тело цикла», т.е. все символы описывающие действия, повторяемые в цикле.

Условие завершения цикла записывается в одном из символов граница цикла, в зависимости от того, когда оно проверяется: в начале или в конце цикла.



Если один из ряда альтернативных выходов используют в качестве входа в процесс либо когда выход используется в качестве входа в альтернативные процессы, эти символы соединяют пунктирными линиями.

Выход, используемый в качестве входа в следующий процесс, может быть соединен с этим входом с помощью пунктирной линии.

Хорошим стилем составления схем алгоритмов является использование комментариев к символам алгоритма и выполняемым действиям. Комментарии могут относиться как к отдельным символам, так и к группам символов. Комментарии располагаются на поле чертежа вблизи от комментируемых символов.

Комментарий соединяется с символом пунктирной линией. В том случае, когда комментарий относится к группе символов, их следует обводить пунктирной рамкой.

3.3. Примеры выполнения схем

Схема взаимодействия программ

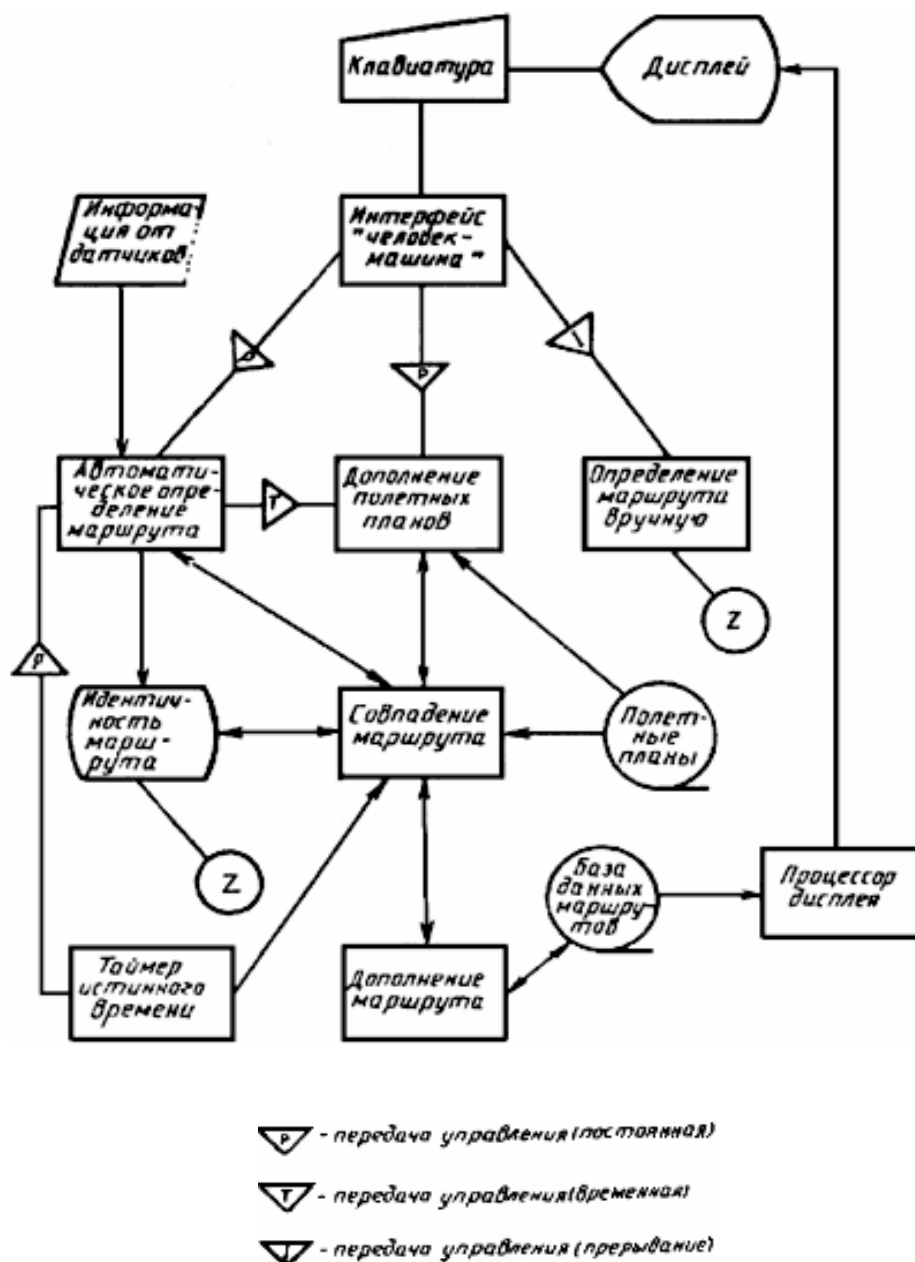


Схема программы

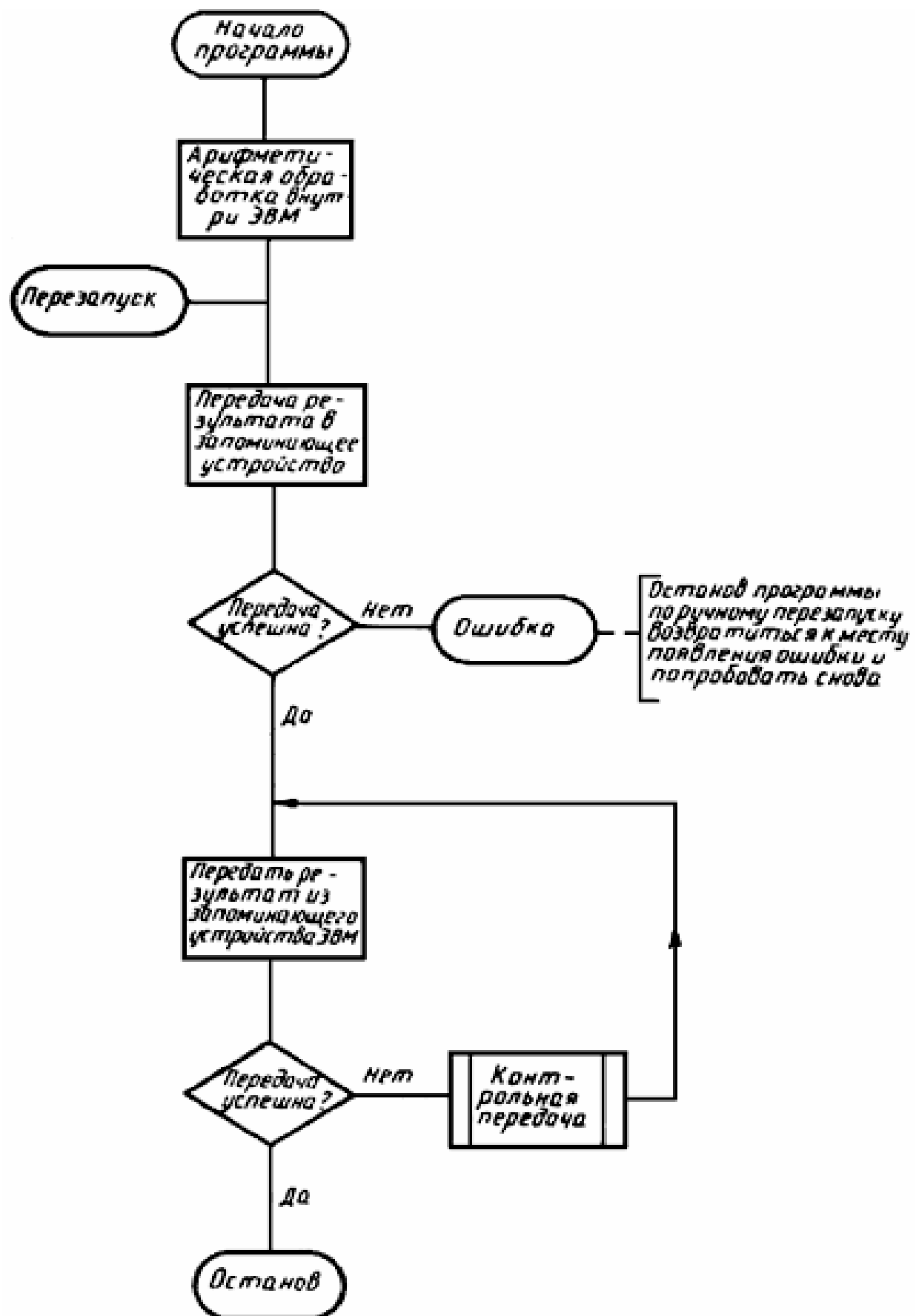


Схема программы

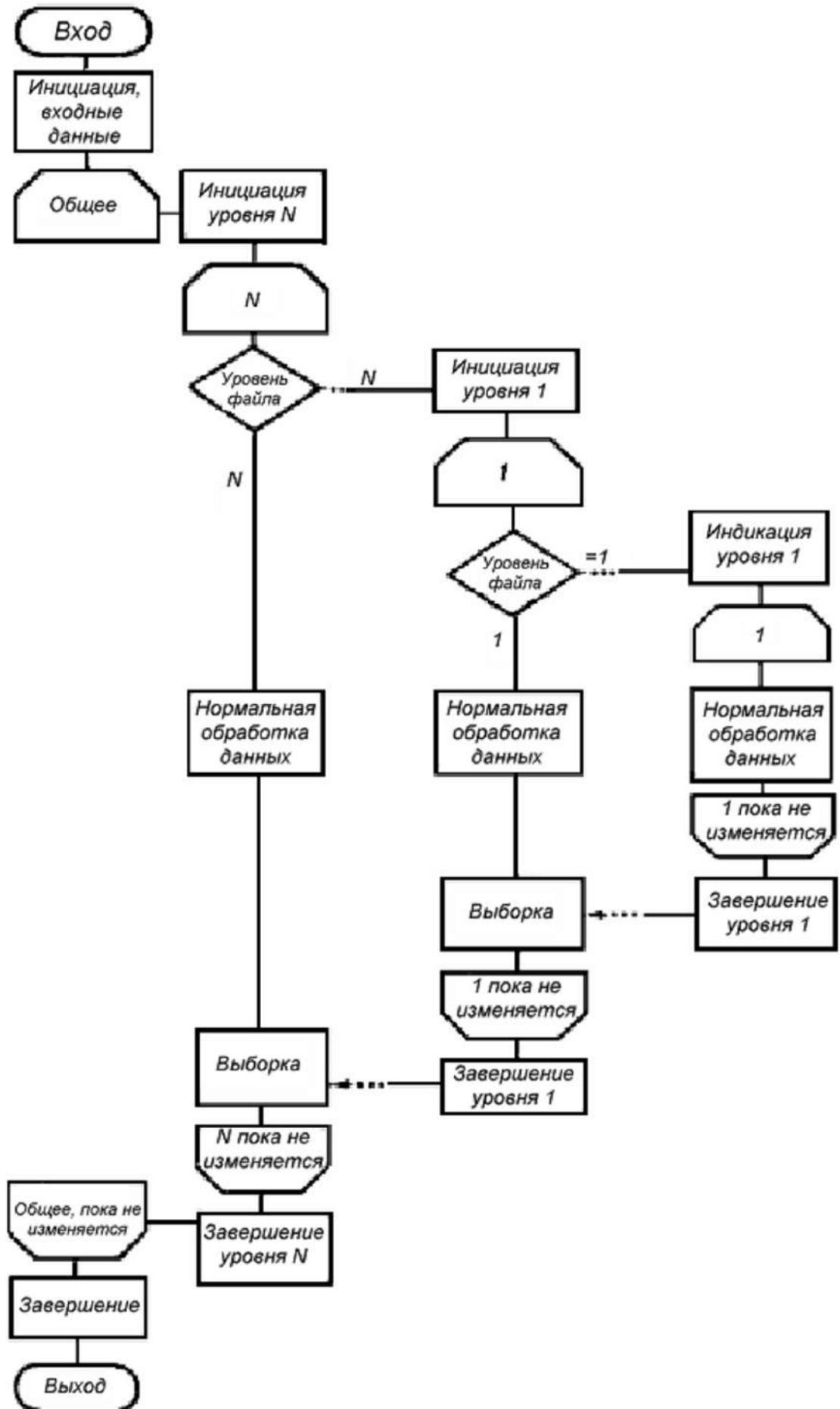


Схема данных

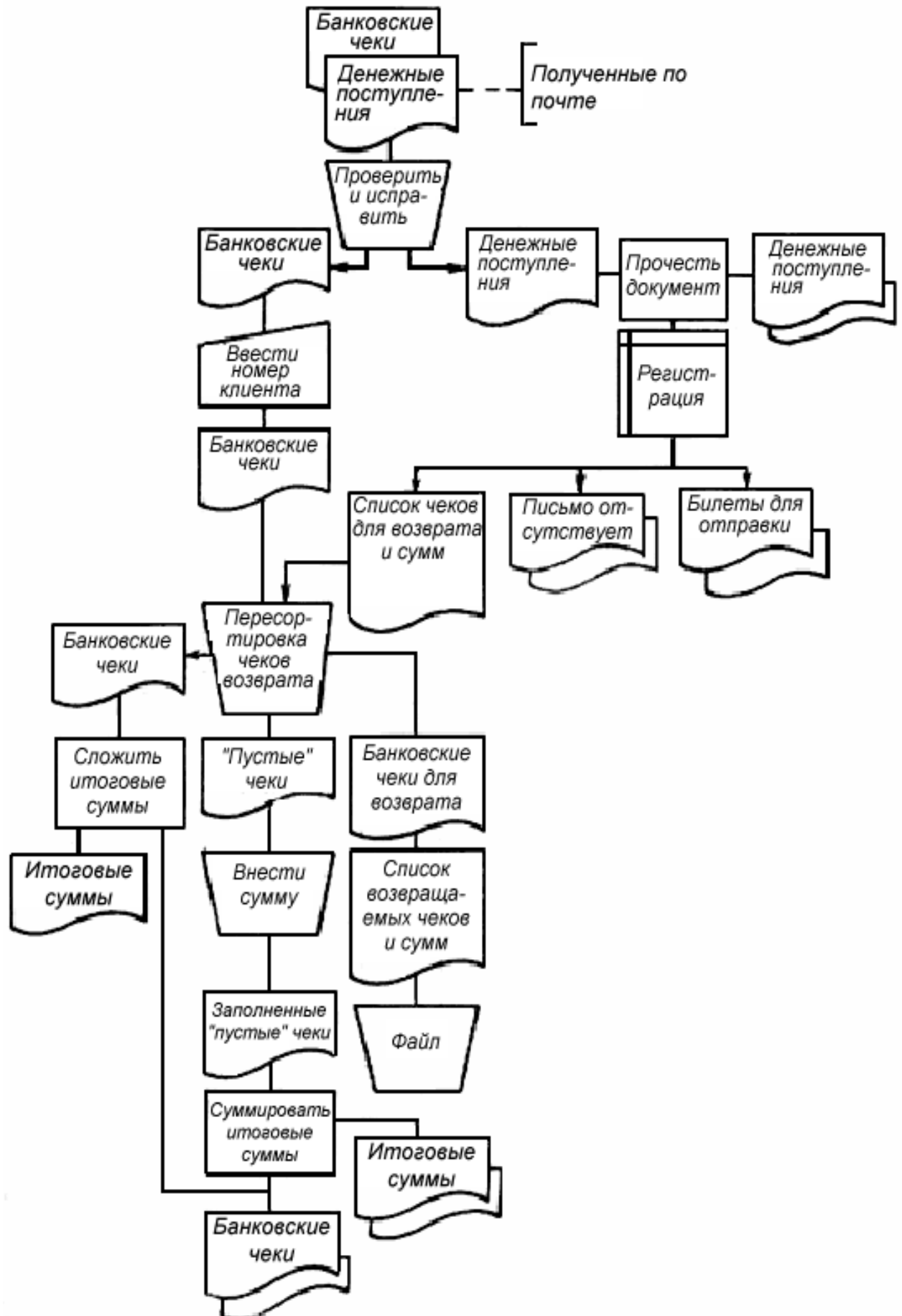


Схема работы системы

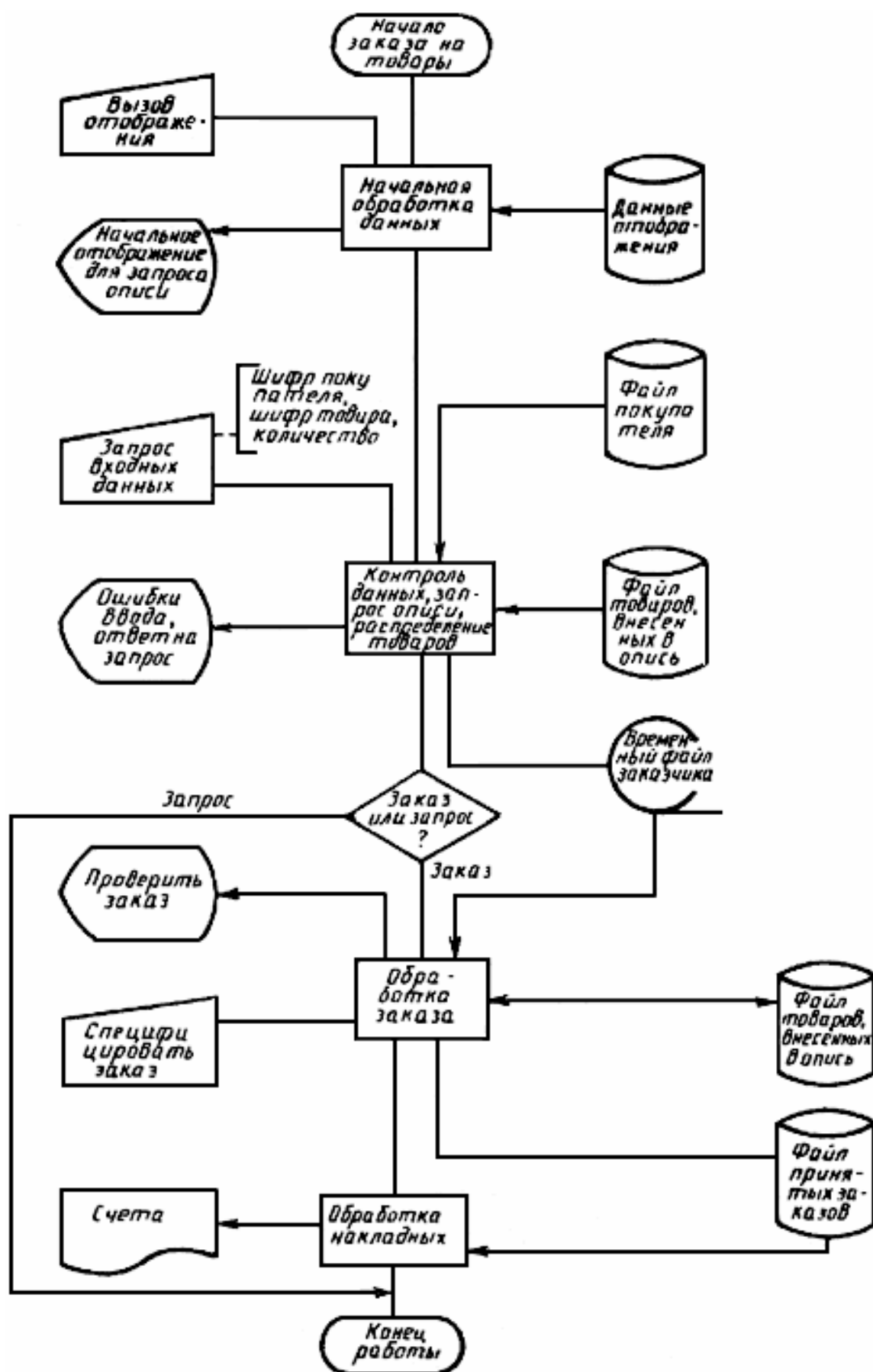
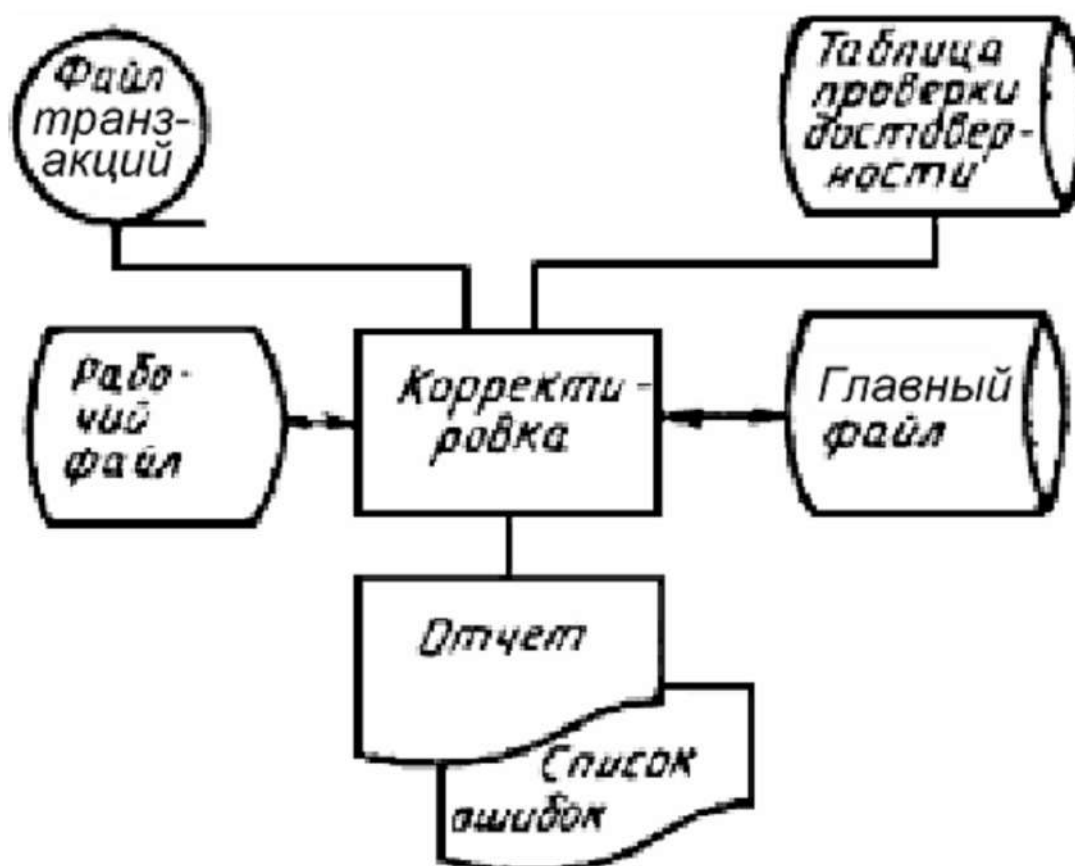


Схема ресурсов системы



Библиографический список.

1. СТП-ОмПИ-01-82. Учебная документация студентов. Требования и рекомендации по оформлению.
2. ГОСТ 2.105-95 - Общие требования к текстовым документам.
3. Федотов А.В. Составление технического задания. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Омск: Изд-во ОмГТУ, 1999. – 23 с.
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
5. Федотов А.В. Сборник заданий для практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств». Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 33 с.
6. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) - Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения.
7. ГОСТ 21.404-85 - Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

Редактор: Пупкин В.И.

Сводный темплан 2007 г.

Подписано в печать 10.10.2007г. Бумага офсетная. Формат 60×84 1/16.

Отпечатано на дупликаторе. Уч. изд. л. 4,0. Усл.-печ. л. 4,0.

Тираж 150 экз. Заказ

Издательство ОмГТУ. 644050, г. Омск, пр. Мира, 11
Типография ОмГТУ