

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

А.Е. Карелин
М.В. Черкашин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Методические указания
по выполнению курсового проекта

Томск 2026

УДК 658.512
ББК 32.965
К22

Рецензент:

Доценко В.В., директор НПК Томское, АО «НПП «Радар ммс»

Карелин, Алексей Евгеньевич

К22 Проектирование автоматизированных систем: методические указания по выполнению курсового проекта / А.Е. Карелин, М.В. Черкашин – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2026. – 33 с.

В методических указаниях изложены основные требования и рекомендации по структуре, содержанию и оформлению проекта; подробно описаны этапы подготовки пояснительной записки, включая описание объекта автоматизации, функции системы и техническое обеспечение. Также освещаются требования к графическим материалам: структурным схемам, схемам автоматизации, соединения и подключения внешних проводок. Особое внимание уделяется составлению спецификаций оборудования и материалов, а также обозначению проектной и рабочей документации.

Авторами данных методических указаний являются профессорско-преподавательский состав кафедры КСУП (А.Е. Карелин, М.В. Черкашин), а также сотрудник профильного предприятия, директор ООО «НПП «Оптимум», г. Томск, А.Е. Карелин.

Одобрено на заседании кафедры КСУП, протокол № 8 от 12.05.2026 г.

УДК 658.512
ББК 32.965

© Карелин А.Е., Черкашин М.В., 2026
© Томск. гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2026

Содержание

1 Введение	4
2 Структура курсового проекта	5
3 Пояснительная записка	5
3.1 Описание объекта автоматизации в автоматизированной системе	6
3.2 Автоматизированная система и ее функции	6
3.3 Техническое обеспечение автоматизированной системы.....	7
4 Графические материалы	8
4.1 Общие требования к выполнению схем	8
4.2 Структурные схемы	8
4.2.1 Схема деления системы (структурная)	9
4.2.2 Схема организационной структуры	9
4.2.3 Схема структурная комплекса технических средств	10
4.2.4 Схема функциональной структуры	10
4.3 Схема автоматизации.....	10
4.4 Схема соединения внешних проводок	14
4.5 Схема подключения внешних проводок.....	15
5 Спецификации оборудования, изделий и материалов	16
6 Обозначение документов.....	18
Список использованных источников	20
Нормативно-справочная документация	21

1 Введение

Целью выполнения настоящего проекта является закрепление знаний, полученных студентами по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем» и развитие у них навыков проектирования систем автоматизации. Курсовой проект предусматривает проектирование автоматизированной системы контроля и управления каким-либо технологическим объектом, процессом либо гибкой производственной системы.

Основной задачей курсового проекта является развитие у студентов навыков работы с нормативной документацией: государственными и отраслевыми стандартами, руководящими документами, каталогами производителей технических средств автоматизации, а также получение практического опыта в оформлении проектной и рабочей документации на автоматизированные системы.

В качестве исходных данных на проектирование выдается описание технологического объекта, либо используются результаты из отчетов по производственной практике. Варианты тем приведены в приложении А.

При выполнении курсового проекта необходимо решить следующие задачи.

1) Тщательно изучить технологический (производственный для машиностроения) процесс и конструкцию аппаратов и оборудования (группы станков), используя имеющуюся по данной теме техническую литературу. Описать существующую систему контроля и управления, если таковая имеется. Обосновать выбор параметров контроля и регулирования и обеспечивающих их технических средств автоматизации. Разработать структурную схему системы автоматизации или гибкой производственной системы.

2) На основе анализа существующих систем контроля и управления с учетом их достоинств и недостатков определить направление на улучшение качества производства за счет совершенствования систем контроля и управления; предложить самостоятельное решение по модернизации или изменению системы контроля и управления на основе применения современных приборов и средств автоматизации. Разработать новую или модернизировать уже существующую схему автоматизации.

3) Подготовить спецификацию на приборы и средства автоматизации, необходимые для реализации проектируемой автоматизированной системы.

Результаты данного курсового проекта целесообразно использовать при выполнении выпускной квалификационной работы.

2 Структура курсового проекта

Курсовой проект состоит из текстовой и графической частей. Текстовая часть представлена пояснительной запиской. Ее структура имеет следующий вид:

- титульный лист;
- задание (ТЗ);
- реферат;
- сокращения, обозначения, термины и определения (при необходимости);
- оглавление;
- введение;
- описание объекта автоматизации в автоматизированной системе;
- автоматизированная система и ее функции;
- описание схемы автоматизации;
- техническое обеспечение автоматизированной системы;
- заключение;
- список использованных источников;
- спецификация оборудования.

Графическая часть курсового проекта включает в себя:

- схему структурную;
- схему организационной структуры;
- схему структурную комплекса технических средств;
- схему функциональной структуры;
- схему автоматизации;
- схему соединения внешних проводок;
- схему подключения внешних проводок.

Все листы пояснительной записки, начиная с титульного, должны иметь сквозную нумерацию страниц. При этом титульный лист не нумеруют.

Номер страницы на листах текстовых и графических документов указывают в правом верхнем углу рабочего поля листа.

Кроме того, в основной надписи текстовых и графических документов, имеющих самостоятельное обозначение, указывают порядковую нумерацию листов в пределах документа с одним обозначением. Обозначение документам присваивается в соответствии с требованиями ГОСТ 34.201-2020 [1-3].

Каждый лист текстовых и графических документов должен иметь основную надпись, исключением являются титульный лист и реферат. Формы основных надписей приведены в приложении И.

Графические материалы курсового проекта рекомендуется выполнять с применением системы автоматизированного проектирования, например, таких, как AutoCAD, nanoCAD [4,5].

3 Пояснительная записка

Титульный лист и реферат сообщают основные сведения о курсовом проекте и оформляются в соответствии с требованиями стандарта вуза [6].

В заключении делаются основные и краткие выводы по результатам проделанной работы. Перечень и требования к содержанию других разделов пояснительной записки курсового проекта изложены ниже.

3.1 Описание объекта автоматизации в автоматизированной системе

Согласно ГОСТ Р 59853-2021 объектом автоматизации в автоматизированной системе называется объект, автоматизация которого осуществляется в автоматизированной системе.

В данном разделе следует привести:

- необходимые сведения о технологическом оборудовании, в том числе сведения о механизации и автоматизации;
- данные о технологическом процессе, регламенте и режимах работы объекта;
- перечень используемых энергоресурсов и их характеристики; характеристики входного сырья, потребляемых материалов и выходного продукта;
- сведения об условиях эксплуатации, характеристики помещений, особенности объекта автоматизации и окружающей среды.

3.2 Автоматизированная система и ее функции

Данный раздел пояснительной записки должен содержать следующие подразделы:

- 1) назначение системы;
- 2) описание системы;
- 3) описание взаимосвязей автоматизированной системы (АС) с другими системами;
- 4) описание подсистем.

В разделе «Назначение системы» необходимо привести следующие сведения:

- 1) вид деятельности, для автоматизации которой предназначена система;
- 2) перечень объектов автоматизации, на которых используется система;
- 3) перечень функций, реализуемых системой. Под функцией понимается совокупность действий автоматизированной системы, направленных на достижение определенной цели.

Как правило, автоматизированная система выполняет следующие функции:

- сбор, обработку и анализ информации (сигналов, сообщений, документов и т. п.) о состоянии объекта управления;
- выработку управляющих воздействий (программ, планов и т. п.);
- передачу управляющих воздействий (сигналов, указаний, документов) на исполнение и ее контроль;
- реализацию и контроль выполнения управляющих воздействий;
- обмен информацией (документами, сообщениями и т.п.) с взаимосвязанными автоматизированными системами [1–3].

В разделе «Описание системы» следует привести:

- 1) описание структуры системы и назначение ее частей;
- 2) описание функционирования системы и ее частей.

В разделе «Описание взаимосвязей АС с другими системами» указывают:

- 1) перечень систем, с которыми связана данная АС;
- 2) описание связей между системами;
- 3) описание взаимосвязей АС с подразделениями объекта автоматизации.

В разделе «Описание подсистем» указывают:

- 1) структуру подсистем и назначение ее частей;
- 2) сведения об подсистемах и их частях, необходимые для обеспечения их функционирования;
- 3) описание функционирования подсистем и их частей.

Результатами выполнения данного раздела пояснительной записки являются:

- 1) схема структурная;
- 2) схема организационной структуры;
- 3) схема структурная комплекса технических средств;
- 4) схема функциональной структуры.

Примеры их выполнения приведены в приложениях Б-Г.

3.3 Техническое обеспечение автоматизированной системы

При выборе комплекса технических средств следует учитывать следующие требования:

1) Комплекс технических средств АСУ должен быть достаточным для выполнения всех автоматизированных функций АСУ.

2) В комплексе технических средств АСУ должны в основном использоваться технические средства серийного производства. При необходимости допускается применение технических средств единичного производства.

3) Тиражируемые АСУ и их части должны строиться на базе унифицированных технических средств.

4) Размещение технических средств, используемых персоналом АСУ при выполнении автоматизированных функций, должно соответствовать требованиям эргономики.

5) Технические средства АСУ, используемые при взаимодействии АСУ с другими системами, должны быть совместимы по интерфейсам с соответствующими техническими средствами этих систем и используемых систем связи.

6) В АСУ должны быть использованы технические средства со сроком службы не менее десяти лет.

7) Любое из технических средств АСУ должно допускать замену его средством аналогичного функционального назначения без каких-либо конструктивных изменений или регулировки в остальных технических средствах АСУ [1,3,7–10].

4 Графические материалы

4.1 Общие требования к выполнению схем

На схемах приводят элементы схемы, связи между элементами, необходимые поясняющие надписи. Элементами схемы являются условные графические обозначения объектов с их кодами или наименованиями. Связи между элементами отражают отношения между объектами.

Схемы следует выполнять компактно при сохранении ясности и удобства их чтения на форматах, установленных ГОСТ 2.301–68, с основными надписями – в соответствии с ГОСТ 2.104–2006, ГОСТ Р 21.1101-2013 (приложение И). Схемы больших форматов допускается разделять на фрагменты, используя листы форматов А4, А3.

При выполнении схем необходимо применять условные графические обозначения, установленные в государственных стандартах на схемы конкретного вида. При использовании дополнительных графических обозначений на схеме должны быть приведены соответствующие пояснения.

Выделение группы элементов схемы по какому-либо признаку следует выполнять штрихпунктирной линией с поясняющей надписью в левом верхнем углу окаймления.

Линии связи, как правило, должны быть параллельны линиям внешней рамки схемы. Направления линий связи сверху вниз и слева направо следует принимать за основные, допускается их стрелками не обозначать. В остальных случаях направления линий связи обозначают стрелками. Слияние линий связи следует обозначать точкой в отличие от пересечения. Обрывы линий должны быть обозначены. В местах обрывов допускается использовать идентификаторы в виде букв, цифр или букв и цифр. Толщина линий выбирается в соответствии с ГОСТ 2.303–68. Рекомендуется использовать для условных изображений линии толщиной 0,5 мм; для линий связи – 1 мм; для остальных линий – 0,2 – 0,3 мм [1–3].

Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Расстояние между соседними элементами схемы должно быть не менее 10 мм.

Поясняющие надписи, условные обозначения, сокращения размещают на свободном поле листа (по возможности над основной надписью) и, при необходимости, сводят в таблицу.

4.2 Структурные схемы

Схемы структурные разрабатывают при проектировании автоматизированных систем на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с АС. Структурные схемы подразделяются на: схемы деления системы, схемы организационной структуры, схемы структурные комплекса технических средств, схемы функциональной структуры.

4.2.1 Схема деления системы (структурная)

На структурной схеме показывают:

- 1) технологические подразделения автоматизируемого объекта (отделения, участки, цехи, производства);
- 2) пункты контроля и управления (местные щиты, операторские и диспетчерские пункты и т. п.), в том числе не входящие в состав разрабатываемого проекта, но имеющие связь с проектируемыми системами контроля и управления;
- 3) технологический (эксплуатационный) персонал и специализированные службы, обеспечивающие оперативное управление и нормальное функционирование технологического объекта;
- 4) основные функции и технические средства (устройства), обеспечивающие их реализацию в каждом пункте контроля и управления;
- 5) взаимосвязь подразделений технологического объекта, пунктов контроля и управления и технологического персонала между собой и с вышестоящей системой управления (СУ).

Элементы структурной схемы изображаются, как правило, в виде прямоугольников. Отдельные функциональные службы (отдел главного энергетика (ОГЭ), отдел главного механика (ОГМ), отдел технического контроля (ОТК) и т.п.) и должностные лица (директор, главный инженер, начальник цеха, начальник смены, мастер и т. п.) допускается изображать на структурной схеме в виде кружков.

Внутри прямоугольников, изображающих участки (подразделения) автоматизируемого объекта, раскрывается их производственная структура. При этом выделяются цехи, участки, технологические линии либо группы агрегатов для выполнения законченного этапа технологического процесса, которые являются существенными для раскрытия в документах проекта всех взаимосвязей между управляемой (технологическим объектом управления) и управляющей системами [2,3].

Взаимосвязь между пунктами контроля и управления, технологическим персоналом и объектом управления изображается на схеме сплошными линиями. Слияние и разветвление линий показываются на чертеже линиями с изломом.

Пример выполнения структурной схемы автоматизированной системы приведен в приложении Б.

4.2.2 Схема организационной структуры

Элементами схемы могут быть условные обозначения структурных подразделений, служб, пунктов управления и отдельных должностных лиц, реализующих функции и задачи управления.

Связи на схеме отражают отношения подчиненности при реализации функций управления. При необходимости на схеме приводят информационные связи между элементами.

В поясняющих надписях могут быть указаны функции и задачи управления, реализуемые полностью или частично элементами схемы.

В качестве условного графического обозначения элементов схемы применяют прямоугольник с соотношением сторон $b = 1,5a$ где, a выбирают из ряда 20, 25, 35, 40 мм. Пример выполнения схемы организационной структуры приведен в приложении В.

4.2.3 Схема структурная комплекса технических средств

Согласно ГОСТ 24.302–80 элементами схемы могут быть условные обозначения отдельных технических средств или их групп, объединенных по каким-либо логическим признакам (например, совместному выполнению отдельных или нескольких функций, одинаковому назначению и т. д.).

На схеме отражают информационные (сигнальные) связи между элементами.

В поясняющих надписях могут быть отражены данные сопряжения (ранг сопряжения, вид носителя, код устройства и т. д.), допускается так же указывать основные характеристики технических средств.

Структура комплекса технических средств АСУ может быть представлена несколькими схемами, первой из которых является укрупненная схема в целом.

Условные графические обозначения технических средств должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 24.303–80 [1–3].

4.2.4 Схема функциональной структуры

Элементы функциональной структуры АСУ указывают на схеме условными обозначениями.

Содержание сообщений и (или) сигналов указывают условными обозначениями на связях между элементами схемы.

В поясняющих надписях отражают отношения элементов схемы к уровням, объектам, подразделениям управления и т. д.

В качестве условного графического обозначения элементов схемы применяют прямоугольник с соотношением сторон $b = 1,5a$ где, a выбирают из ряда 20, 25, 35, 40 мм. [1–3]. Пример выполнения схемы функциональной структуры приведен в приложении Г.

4.3 Схема автоматизации

Схема автоматизации (СА) является основным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления. На схеме автоматизации изображают:

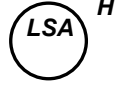
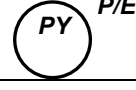
1) технологическое и инженерное оборудование и коммуникации (трубопроводы, газоходы, воздухопроводы) автоматизируемого объекта (далее - технологическое оборудование);

2) технические средства автоматизации или контуры контроля, регулирования и управления. Под контуром контроля, регулирования и управления понимается совокупность отдельных функционально связанных приборов, выполняющих определенную задачу по контролю, регулированию, сигнализации, управлению и т.п.;

3) линии связи между отдельными техническими средствами автоматизации или контурами (при необходимости).

Условные графические и буквенные обозначения приборов и контуров контроля и управления принимают по ГОСТ 21.208–2013. В приложении Д приведены условные графические обозначения приборов и средств автоматизации, используемые при выполнении схем автоматизации. Буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов указывают в верхней части окружности (овала). Примеры буквенных обозначений приборов приведены в таблице 4.1. В случае если на схеме применяются условные обозначения, не предусмотренные действующими стандартами, их расшифровку приводят в таблице на поле схемы.

Таблица 4.1 – Примеры построение условных обозначений приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.208–2013

Обозначение	Наименование
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту. Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления, датчик пирометра и т.п.
	Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например: любой самопишущий регулятор температуры (термометр манометрический, милливольтметр, потенциометр, мост автоматический и т.п.).
	Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле уровня, используемое для блокировки и сигнализации верхнего уровня.
	Преобразователь сигнала, установленный по месту. Входной сигнал пневматический, выходной –электрический.
	Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления (включение, выключение двигателя; открытие, закрытие запорного органа, изменение задания регулятору), установленная на щите. Например: кнопка, ключ управления, задатчик

Изображение технологического оборудования на СА должно соответствовать его действительной конфигурации, оно изображается упрощенно, без масштаба и второстепенных конструкций.

Линии связи между приборами и контурами контроля и управления изображают на схемах сплошной тонкой линией независимо от вида сигналов и количества проводов и труб.

Элементы трубопроводов на схемах автоматизации выполняются по ГОСТ 2.784-96, ГОСТ 21.206-2012. Для указания характера среды, транспортируемой по трубопроводам, используют буквенно-цифровые или цифровые обозначения, приводимые на полках линий-выносок или над линией трубопровода, а в необходимых случаях (в разрывах линий трубопроводов). Условные обозначения в разрывах линий трубопроводов следует проставлять через расстояния не менее 50 мм.

Существует два способа выполнения схем автоматизации:

1) развернутый, при котором на схеме изображают состав и место расположения технических средств автоматизации каждого контура контроля и управления.

2) упрощенный, при котором на схеме изображают основные функции контуров контроля и управления (без выделения входящих в них отдельных технических средств автоматизации и указания места расположения).

При использовании развернутого способ выполнения схем автоматизации технологическое оборудование изображают в верхней части схемы. Приборы, встраиваемые в технологические коммуникации, показывают в разрыве линий изображения коммуникаций в соответствии с рисунком 4.1а, устанавливаемые на технологическом оборудовании (с помощью закладных устройств) показывают рядом - в соответствии с рисунком 4.1б.

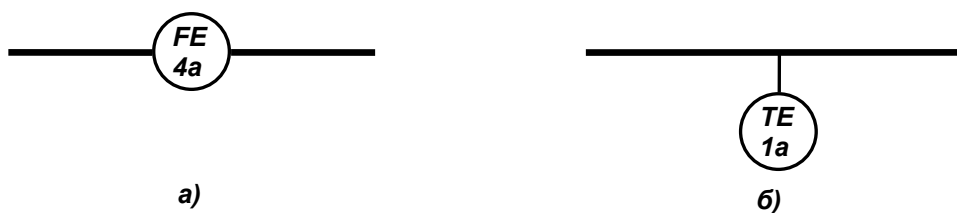


Рисунок 4.1 – Изображение приборов на схемах автоматизации

Остальные технические средства автоматизации показывают условными графическими обозначениями в прямоугольниках, расположенных в нижней части схемы. Каждому прямоугольнику присваивают заголовки, соответствующие показанным в них техническим средствам.

Первым располагают прямоугольник, в котором показаны внешитовые приборы, конструктивно не связанные с технологическим оборудованием, с заголовком «Приборы местные», ниже - прямоугольники, в которых показаны щиты и пульты, а также комплексы технических средств (при необходимости).

На схеме автоматизации буквенно-цифровые обозначения приборов указывают в нижней части окружности (овала) или с правой стороны от него,

обозначения электроаппаратов - справа от их условного графического обозначения.

При этом обозначения технических средств присваивают по спецификации оборудования и составляют из цифрового обозначения соответствующего контура и буквенного обозначения (прописными буквами русского алфавита) каждого элемента, входящего в контур (в зависимости от последовательности прохождения сигнала).

При большом количестве приборов допускается применять обозначения, в которых первый знак соответствует условному обозначению измеряемой величины, последующие знаки - порядковому номеру контура в пределах измеряемой величины.

Электроаппараты, входящие в систему автоматизации (звонки, сирены, сигнальные лампы, табло, электродвигатели и др.) показывают на схеме графическими условными обозначениями по ГОСТ 2.722, ГОСТ 2.732, ГОСТ 2.741 и присваивают им буквенно-цифровые обозначения по ГОСТ 2.710 [1].

Линии связи допускается изображать с разрывом при большой протяженности и/или при сложном их расположении. Места разрывов линий связи нумеруют арабскими цифрами в порядке их расположения в прямоугольнике с заголовком «Приборы местные».

Допускается пересечение линий связи с изображениями технологического оборудования. Пересечение линий связи с обозначениями приборов не допускается.

Пример схемы автоматизации, выполненной развернутым способом приведен в приложении Е.

При упрощенном способе выполнения схем автоматизации контуры контроля и управления, а также одиночные приборы наносят рядом с изображением технологического оборудования и коммуникаций (или в их разрыве) рисунок 4.1.

В нижней части схемы рекомендуется приводить таблицу контуров в соответствии с приложением Ж. В таблице контуров указывают номера контуров и номер листа основного комплекта, на котором приведен состав каждого контура.

Контур (независимо от количества входящих в него элементов) изображают в виде окружности (овала), разделенного горизонтальной чертой. В верхнюю часть окружности записывают буквенное обозначение, определяющее измеряемый (регулируемый) параметр и функции, выполняемые данным контуром, в нижнюю - номер контура. Для контуров систем автоматического регулирования, кроме того, на схеме изображают исполнительные механизмы, регулирующие органы и линию связи, соединяющую контуры с исполнительными механизмами.

Предельные рабочие значения измеряемых (регулируемых) величин указывают рядом с графическими обозначениями контуров или в дополнительной графе таблицы контуров.

Толщину линий на схемах автоматизации выбирают на основании требований ГОСТ 2.303 и ГОСТ 21.208–2013.

В частности, рекомендуется использовать линии следующей толщины:

- 1) контурные (для агрегатов, установки, технологических аппаратов) - 0,2...0,5 мм;
- 2) коммуникаций - 0,5...1,5 мм;
- 3) обозначений приборов и средств автоматизации - 0,5...0,6 мм;
- 4) линий связи - 0,2...0,3 мм;
- 5) прямоугольников, изображающих щиты, пульты, агрегатированные комплексы и т.п. - 0,5...1 мм;
- 6) выносок - 0,2...0,3 мм.

Основную надпись на схеме автоматизации выполняют по форме приведенной на рисунке К.2., если схема выполнена на нескольких листах, то на последующих листах выполняют основную надпись как на рисунке И.2.

4.4 Схема соединения внешних проводов

Согласно требованиям, РД 50-34.698-90 на схеме соединения внешних проводов должны быть указаны:

- 1) электрические провода и кабели, импульсные, командные, питающие, продувочные и дренажные трубопроводы, защитные трубы, короба и металлорукава (с указанием их номера, типа, длины и, при необходимости, мест подсоединения), прокладываемые вне щитов и кроссовых шкафов;
- 2) отборные устройства, чувствительные элементы, регулирующие органы и т. п., встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы с указанием номеров их позиций по заказной спецификации и номеров чертежей их установки;
- 3) прибора, регуляторы, исполнительные механизмы и т. п., устанавливаемые вне щитов, с указанием номеров их позиций по заказной спецификации и номеров чертежей их установки;
- 4) щиты и пульты с указанием их наименований и обозначение таблиц подключения щитов и пультов;
- 5) устройства защитного заземления щитов, приборов и других электроприемников, выполненные согласно действующей нормативно-технической документации;
- 6) технические характеристики кабелей, проводов, соединительных и разветвительных коробок, труб, арматур и т. п., предусмотренных данной схемой, и необходимое их количество;
- 7) таблицу примененных в схеме условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами.

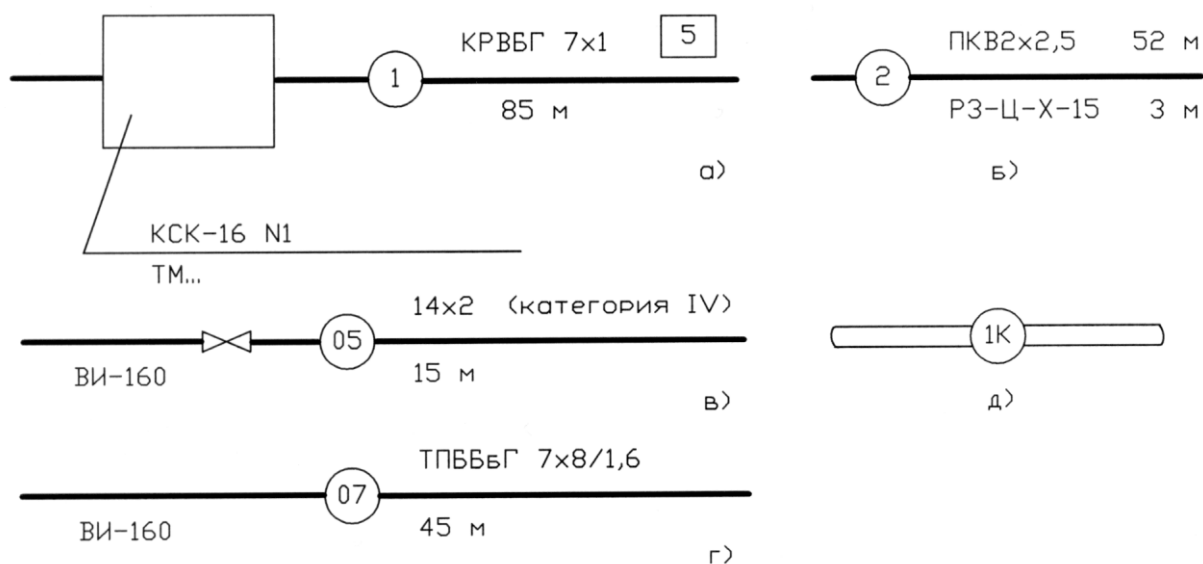
На схеме допускается давать необходимые текстовые пояснения.

Условные обозначения отборных устройств, датчиков, исполнительных механизмов и т.д. должны соответствовать ГОСТ 21.208–2013.

Щиты, пульты автоматизации изображаются в виде условных прямоугольников внизу чертежа.

Внешние вторичные приборы, соединительные и протяжные коробки размещают на чертеже между таблицей пояснений и изображением щитов и пультов.

Внешние электрические и трубные проводки изображаются сплошной линией толщиной от 0,4 до 1 мм. В разрыве каждой линии изображается окружность диаметром 8...10 мм, внутри которой проставляется маркировка цифрами 1, 2, 3... для электрических проводок и 01, 02, 03... для трубных. На линиях электрических проводок должны быть указаны марки провода или кабеля, количество жил, в том числе и рабочих (указывается в прямоугольнике справа от марки провода), площадь сечения жилы, длина проводки, марка защитной трубы при прокладке электропроводки во взрыво- и пожароопасном помещении. Для трубных проводок должны быть указаны материал труб, диаметр, толщина стенки и длина [3, 9]. Расстояние между соседними параллельными внешними проводками должно быть не менее 3 мм. Примеры изображения внешних проводок приведены на рисунке 4.2.



а) кабелей; б) проводов в металлорукаве; в) импульсных труб; г) пневмокабеля; д) защитного короба

Рисунок 4.2 – Изображения внешних проводок

К схеме соединения внешних проводок прилагается спецификация на провода, кабели, трубы, основные монтажные изделия. Отдельные элементы вносятся в спецификацию в следующей последовательности: кабели, провода, трубопроводы, соединительные коробки, запорная арматура и т.д.

Более подробно с правилами выполнения схем соединения внешних проводок можно ознакомиться в [3, 8, 9].

4.5 Схема подключения внешних проводок

Подключения проводок к групповым установкам приборов, щитам и пультам, комплексам технических средств рекомендуется приводить на самостоятельных документах - схемах подключения внешних проводок.

Схемы подключения выполняют, как правило, отдельно для каждого автоматизируемого блока, монтаж которого осуществляется независимо от других. При этом в наименовании схемы дополнительно указывают наименование блока. Например – Блок насосов. Схема подключения внешних проводок.

На схемах указывают вводные устройства (сборки коммутационных зажимов, штепсельные разъемы и т.п.) шкафов, щитов, пультов, соединительных коробок, и подключаемые к ним кабели, провода, трубные проводки, а также другие виды технических средств.

Щиты и пульты, для которых на схеме приводят подключения проводок, изображают упрощенно внешними очертаниями или в виде прямоугольников, в которых:

- вводные элементы (гермовводы, сальники) показывают по контуру прямоугольника условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.702;

- входные и выходные элементы показывают в виде окружностей (для круглых штепсельных разъемов) или прямоугольников (для сборок и колодок зажимов и других элементов соответствующей формы).

Обозначения внешитовых приборов, порядковый номер и тип соединительных указывают над полкой линии выноски, под полкой – обозначение и/или номер листа установки (рисунок 4.3.а).

Для остальных технических средств внутри прямоугольника указывают их наименования, а также:

- номер листа (обозначение документа) чертежа установки;
- обозначение эскизного чертежа общего вида (для щитов и пультов).

Обозначения жил кабелей и проводов на схемах и таблицах соединений и подключения принимают в соответствии с принципиальными электрическими схемами.

Схемы подключения допускается не выполнять, если эти подключения показаны на схемах соединения внешних проводок.

5 Спецификации оборудования, изделий и материалов

Документ «Спецификации оборудования, изделий и материалов» относится к текстовым проектным документам и определяет состав оборудования, изделий и материалов, необходимых для реализации автоматизированной системы. Выполнять его следует в соответствии с требованиями ГОСТ 21.110–2013. Форма спецификации приведена в приложении К.

Спецификацию составляют по разделам (подразделам), которые располагают в приведенной ниже последовательности:

- приборы;
- комплексы средств автоматизации;
- щиты и пульты;
- электроаппараты;
- трубопроводная арматура;

- кабели и провода;
- материалы;
- монтажные узлы и изделия;
- технические средства автоматизации, поставляемые комплектно с оборудованием.

При этом наименование каждого раздела (подраздела) записывают в виде заголовка в графе 2 и подчеркивают.

В Спецификации указывают:

- в графе 1 – позиционные обозначения оборудования, изделия, на схеме автоматизации;

- в графе 2 – наименование оборудования, изделия, материала, их техническую характеристику в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации, а также другие необходимые сведения. При записи материала указывают его условное обозначение, установленное в стандарте или другом нормативном документе;

- в графе 3 – тип, марку оборудования, изделия, обозначение стандарта, технических условий или другого документа;

- в графе 4 – код оборудования, изделия, материала по Общероссийскому классификатору продукции (ОКП);

- в графе 5 – наименование завода – изготовителя оборудования (для импортного оборудования – страну, фирму);

- в графе 6 – обозначение единицы измерения. Для схем автоматизации основной единицей измерения в Спецификации являются "шт" или "компл" (комплект).;

- в графе 7 – количество оборудования, изделий, материалов;

- в графе 8 – массу единицы оборудования, изделия в килограммах. Допускается для тяжелого оборудования указывать массу в тоннах. Для оборудования (массой до 25 кг), не требующего при монтаже применения подъемно-транспортных средств, графу допускается не заполнять;

- в графе 9 – дополнительные сведения.

Основные надписи на листах Спецификации выполняются по ГОСТ Р 21.1101-2013. Первый лист Спецификации должен иметь основную надпись по форме приведенной на рисунке И.4, на последующих листах выполняют основную надпись как на рисунке И.2.

Графы основной надписи заполняются следующим образом:

- в графе 1 – обозначение документа;

- в графе 2 – наименование предприятия или технологического объекта;

- в графе 3 – наименование проектируемой автоматизированной системы;

- в графе 6 – условное обозначение стадии проектирования: П – для стадии «Технический проект»; Р – для стадии «Рабочая документация»; РП – для стадии «Технорабочий проект».

- в графе 7 – порядковый номер листа. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;

- в графе 8 – общее число листов документа. Графу заполняют только на первом листе;
- в графе 9 – наименование организации, разработавшей документ;
- в графе 10 – характер выполненной работы (разработал, проверил, нормоконтроль, утвердил и т.п.);
- в графах 11-13 — фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания.

6 Обозначение документов

Каждому документу, разработанному в результате выполнения курсового проекта, должно быть присвоено самостоятельное обозначение. При этом следует руководствоваться требованиями ГОСТ 34.201–2020.

Обозначение документа имеет следующую структуру:



Рисунок 6.1 – Структура обозначения документа

Структура обозначения автоматизированной системы или ее части имеет вид:



Рисунок 6.2 – Структура обозначения системы (части системы)

Код организации-разработчика присваивают в соответствии с общесоюзным классификатором предприятий, учреждений и организаций (ОКПО) или по правилам, установленным отраслевыми нормативно-техническими документами (НТД). В нашем случае код организации-разработчика – ФВС.

Код классификационной характеристики – шестизначный цифровой код присваивается в соответствии с ОКП.

Порядковый регистрационный номер присваивает служба организации разработчика, ответственная за ведения картотеки и учет обозначений документов. Регистрационный номер документа может иметь значения от 001 до 999.

Код документа определяется его видом и наименованием и состоит из двух буквенно-цифровых знаков. В таблице 6.1 приведены значения кодов для документов, разрабатываемых при выполнении курсового проекта. Код документа отделяют от предыдущего обозначения точкой.

Таблица 6.1 – Коды документов

Вид документа	Наименование документа	Код документа
Описание	Пояснительная записка к эскизному проекту	П1
Схема	Схема организационной структуры	СО
	Схема структурная комплекса технических средств	С1
	Схема функциональной структуры	С2
	Схема автоматизации	С3
	Схема соединения внешних проводок	С4
	Схема подключения внешних проводок	С5
	Схема деления системы (структурная)	Е1
Ведомость	Спецификация оборудования	В4

Порядковые номера документов одного наименования (2 знака) присваивают, начиная со второго, и отделяют от предыдущего обозначения точкой.

Номер редакции документа присваивают, начиная со второй в порядке возрастания от 2 до 9, и отделяют от предыдущего значения точкой.

Номер части документа отделяют от предыдущего обозначения дефисом. Если документ состоит из одной части, то дефис не проставляют и номер части документа не присваивают.

Признак документа, выполненного на машинных носителях, вводят при необходимости. Букву «М» отделяют от предыдущего обозначения точкой [1].

Например, с учетом выше изложенного, обозначение схемы автоматизации, разрабатываемой системы контроля уровня в резервуарах нефтеперекачивающей станции, будет иметь вид ФВС 425200.001.С3.

Список использованных источников

- 1 Информационная технология. Автоматизированные системы. Основные положения. Сборник стандартов. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 175 с.
- 2 Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. методическое пособие/А.Н. Нестеров. – М.: Деан. 2006. – Книга 1. - 552 с.
- 3 Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. методическое пособие/ А.Н. Нестеров. – М.: Деан. 2009. – Книга 2. - 944 с.
- 4 Федотов Г. В. Инженерная компьютерная графика в nanoCAD и AutoCAD : учебное пособие для вузов / Г. В. Федотов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 80 с.
- 5 Харрингтон Д., Барчард Б., Питцер Д. AutoCAD 2002 для конструкторов. Искусство проектирования/Д. Харрингтон, Б. Барчард, Д. Питцер. - Пер. с англ. – К.: ООО «ТИД «ДС»», 2002. – 944 с.
- 6 ОС ТУСУР 01-2021. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления [Электронный ресурс]: локальный нормативный документ URL: <https://regulations.tusur.ru/#/documents/87> (дата обращения 29.06.2026)
- 7 Справочник проектировщика АСУ ТП. / под ред. Г.Л. Смилянского. – М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.
- 8 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. / под ред. А.С. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
- 9 Федоров Ю.И. Справочник инженера по АСУ ТП: проектирование и разработка: учебное пособие / Ю.Н. Федоров. – 4-е изд., стер. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 928 с.
- 10 Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для втузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н.М. Капустина. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2007. – 415 с.

Нормативно-справочная документация

- 1 ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи (с Поправками).
- 2 ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам (с Изменением N 1, с Поправками).
- 3 ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
- 4 ГОСТ 21.001-2013 СПДС. Общие положения.
- 5 ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.
- 6 ГОСТ 21.110-2013 СПДС. Спецификация оборудования, изделий и материалов.
- 7 ГОСТ 21.403-80 СПДС. Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое.
- 8 ГОСТ 21.208-2013 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
- 9 ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с Поправками).
- 10 ГОСТ 21.206-2012 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные обозначения трубопроводов
- 11 ГОСТ 24.302-80 Система технической документации на АСУ. Общие требования к выполнению схем (с Изменениями N 1, 2, 3).
- 12 ГОСТР 59853-2021 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.
- 13 ГОСТ 34.201-2020 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
- 14 ГОСТР 59793-2021 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
- 15 ГОСТ 34.602-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
- 16 РД 50-34.698-90 Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
- 17 Р 50-34.119-90 Рекомендации. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы общие положения.
- 18 РМ4-206-95. Системы автоматизации. Спецификация оборудования, изделий и материалов. Указания по выполнению. Пособие к ГОСТ 21.110-95.

19 РМ4-2-96 Системы автоматизации. Схемы автоматизации. Указания по выполнению. Пособие к ГОСТ 21.408-93 взамен РМ4-2-92.

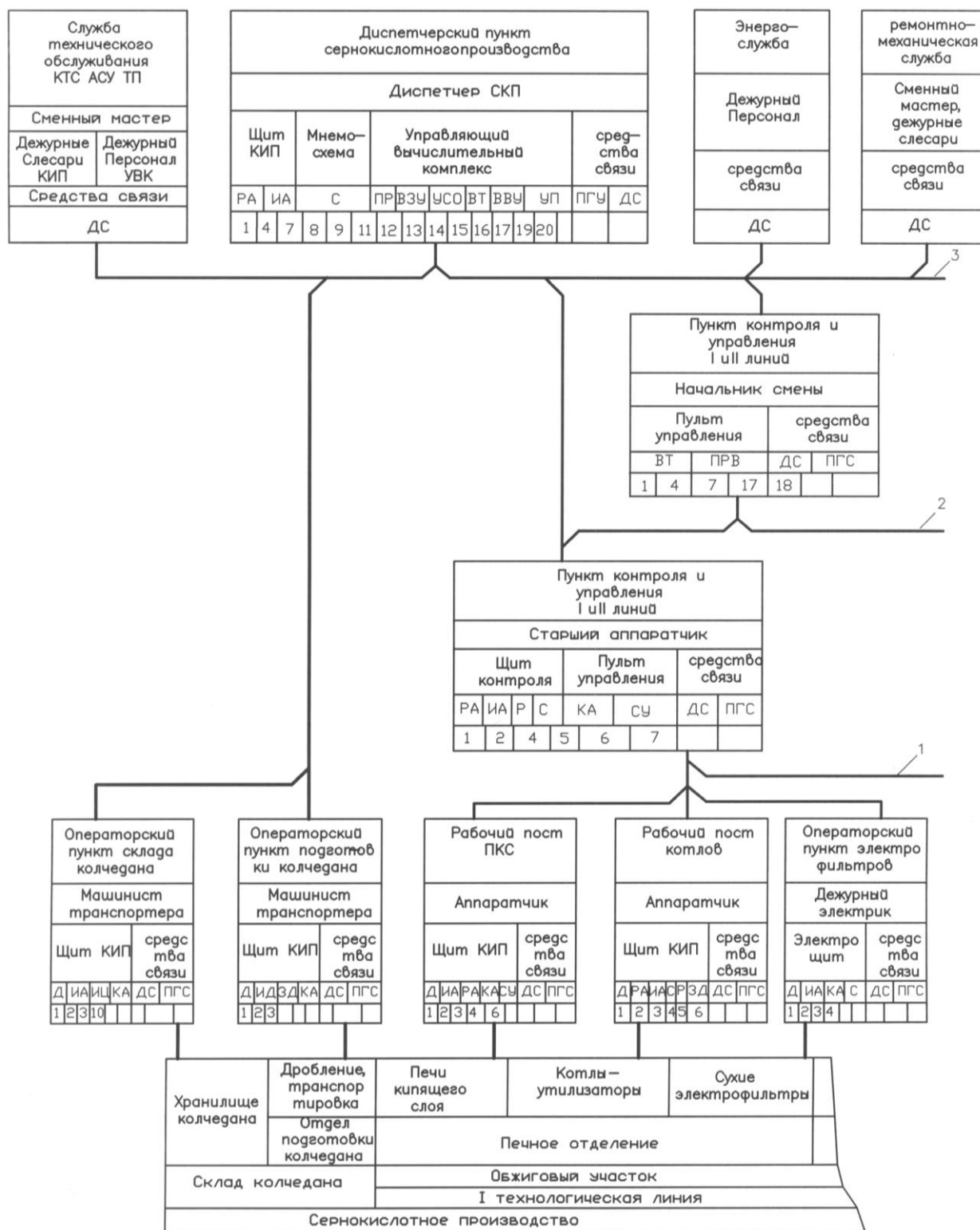
Приложение А
(обязательное)

Варианты заданий на курсовой проект

- 1 Автоматизация экструзионной линии для производства кабельной продукции.
- 2 Автоматизация процесса термической обработки деталей.
- 3 Автоматизация технологического процесса анодирования.
- 4 Система управления установкой для нанесения полимерных покрытий.
- 5 Автоматизированная система управления печью полимеризации.
- 6 Узел учета потребления тепла.
- 7 Система контроля уровня в резервуарах нефтеперекачивающей станции.
- 8 Автоматизация бетоносмесительного узла.
- 9 Система управления теплоснабжением жилого здания.
- 10 Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии.
- 11 Системы контроля уровня и температуры реагентов в технологических емкостях.
- 12 Система дозирования сыпучих материалов.
- 13 Система дистанционного мониторинга и управления сетью тепловых пунктов.
- 14 Автоматизированная система управления магистральным насосным агрегатом.
- 15 Распределенная система контроля температуры.
- 16 Система автоматической сортировки объектов с использованием коллаборативного робота ELITE ROBOTS CS63 и технического зрения.
- 17 Автоматизированная система контроля и регулирования вращающихся печей.
- 18 Сопряжение коллаборативного робота Elite Robots CS63 с конвейером.
- 19 Разработка автоматизированной линии для нанесения клеевых составов.
- 20 Система автоматического управления газовым водогрейным котлом.
- 21 Автоматизированная система регулирования микроклимата складского помещения.
- 22 Автоматизированная система контроля уровня и массы цемента в силосах готовой продукции цементного завода.
- 23 Система учета потребления энергоресурсов.

Приложение Б (справочное)

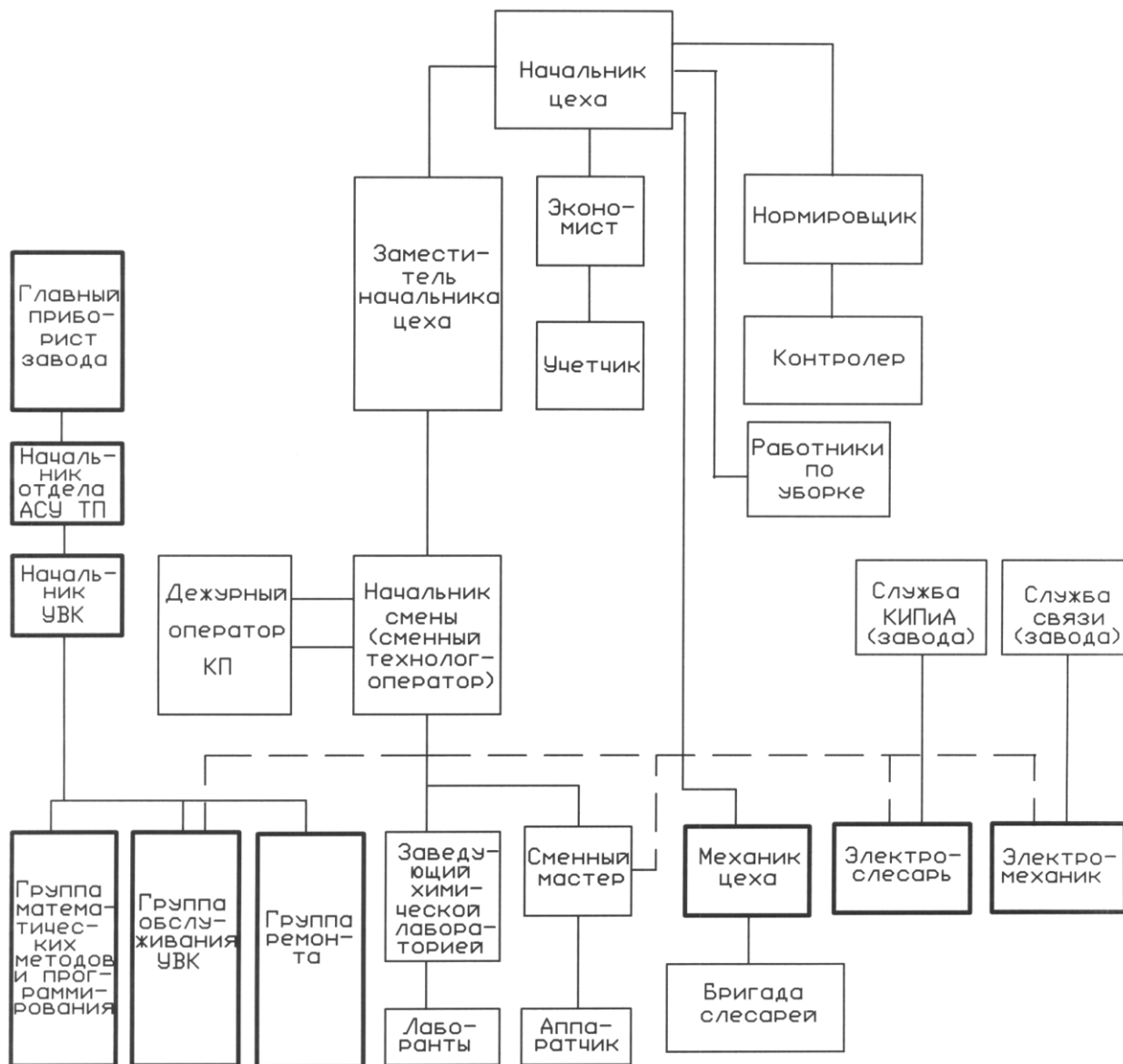
Пример выполнения структурной схемы автоматизированной системы



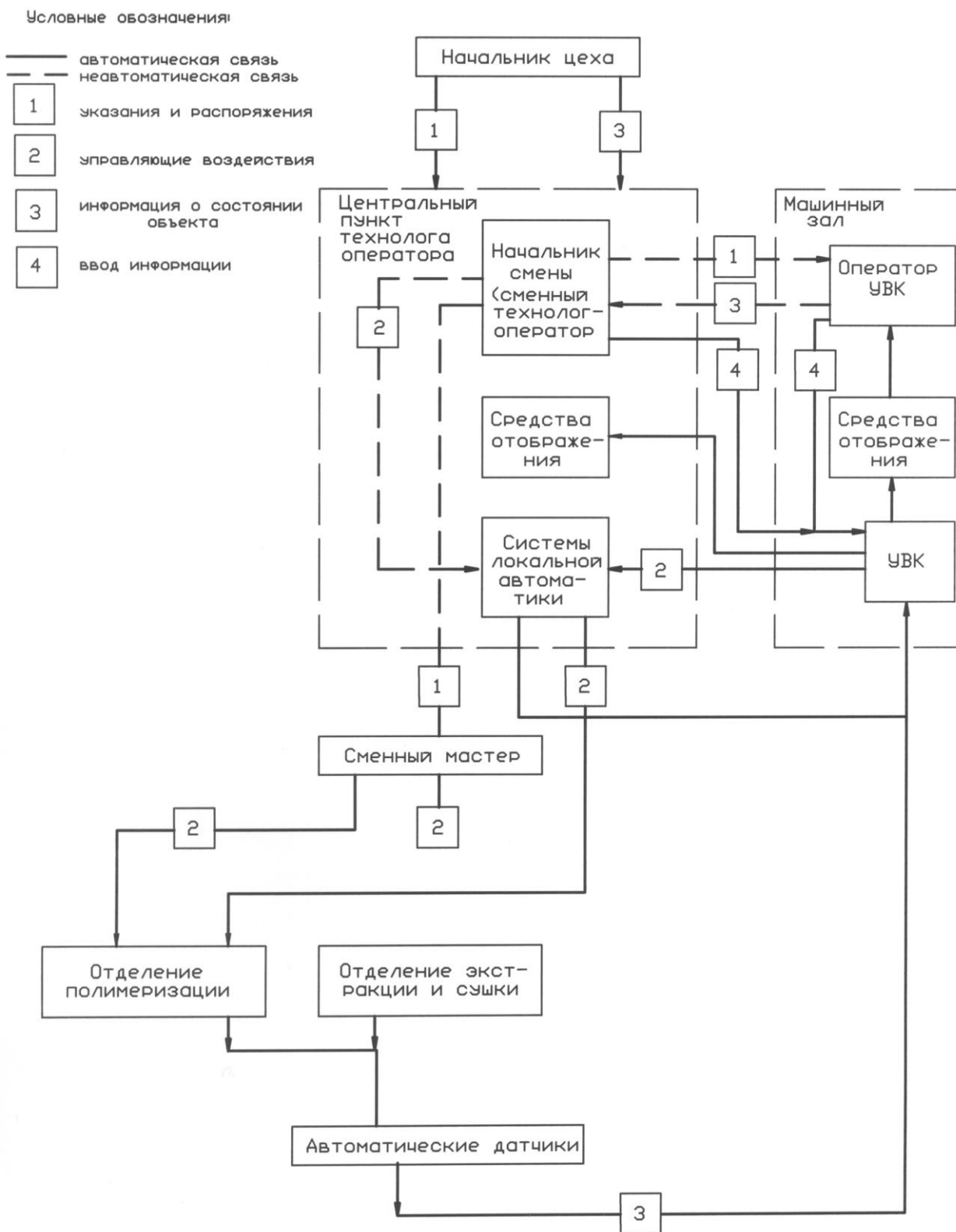
1 - линия связи с цеховой химической лабораторией; 2 - линия связи с пунктами контроля и управления кислотным участком; 3 - линия связи с пунктом контроля и управления III и IV технологическими линиями

Приложение В (справочное)

Пример оформления схемы организационной структуры

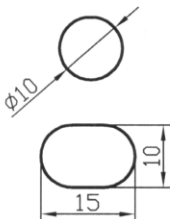
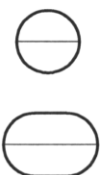
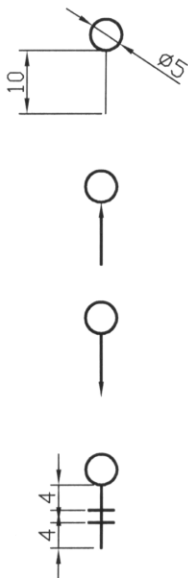


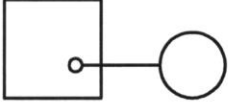
Приложение Г (справочное) **Пример оформления схемы функциональной структуры**



Приложение Д (справочное)

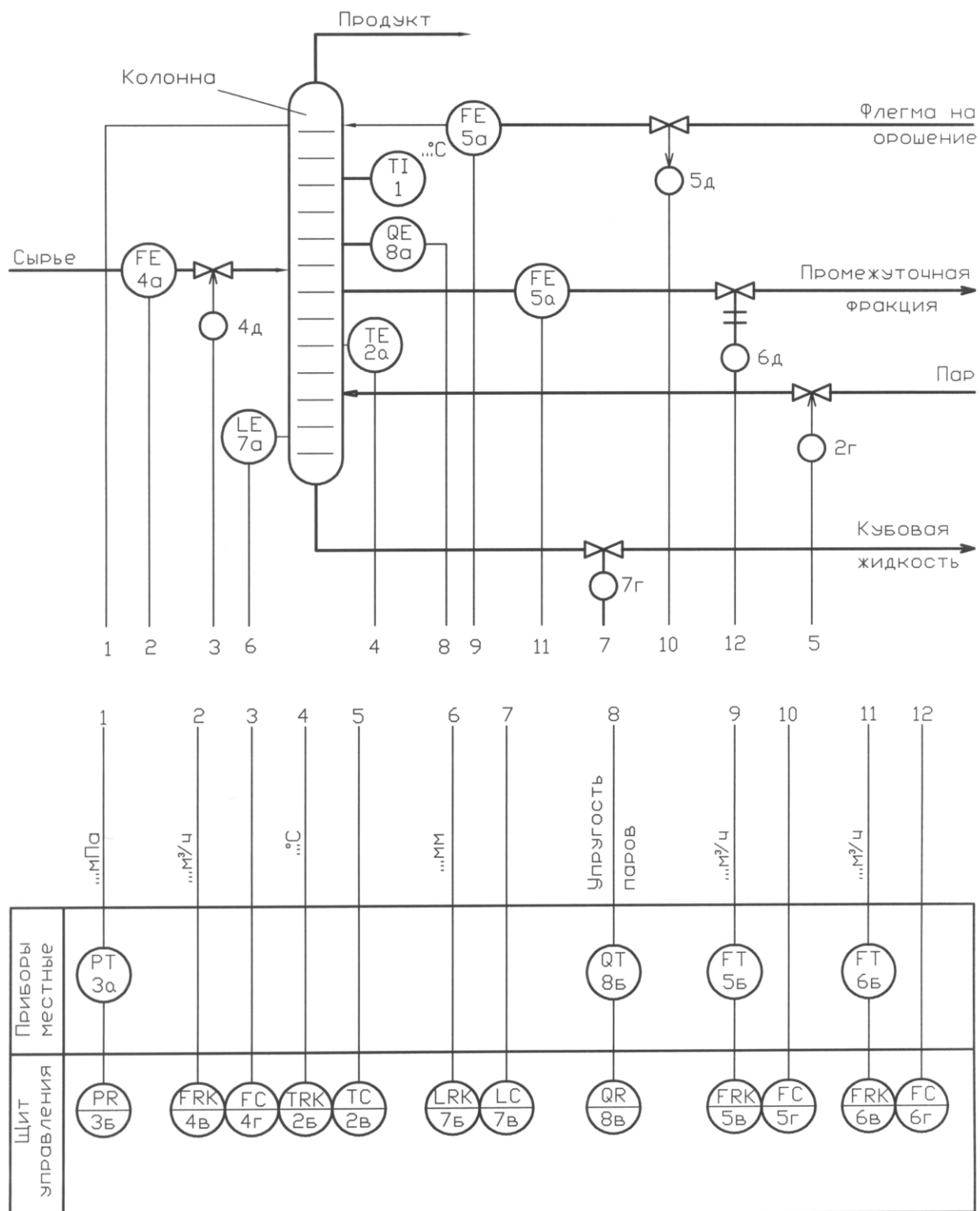
Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации

Обозначение	Наименование
	Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор (контролирующий, регулирующий): базовое обозначение допускаемое обозначение
	Прибор устанавливаемый на щите, пульте: базовое обозначение допускаемое обозначение
	Исполнительный механизм. Общее обозначение. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала: а) открывает регулирующий орган б) закрывает регулирующий орган в) оставляет регулирующий орган в неизменном положении
	Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом. Примечание: Обозначение может применяться с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала.

	Линия связи. Общее обозначение.
	Пересечение линий связи без соединения друг с другом
	Пересечение линий связи с соединением между собой
	Регулирующий орган.
 Черт.1  Черт.2	Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов изображают сплошной тонкой линией, соединяющей технологический трубопровод или аппарат с прибором (черт. 1). При необходимости указания конкретного места расположения отборного устройства (внутри контура технологического аппарата) его обозначают кружком диаметром 2 мм. (Черт.2).
	Отборное устройство для не постоянно подключенных приборов.

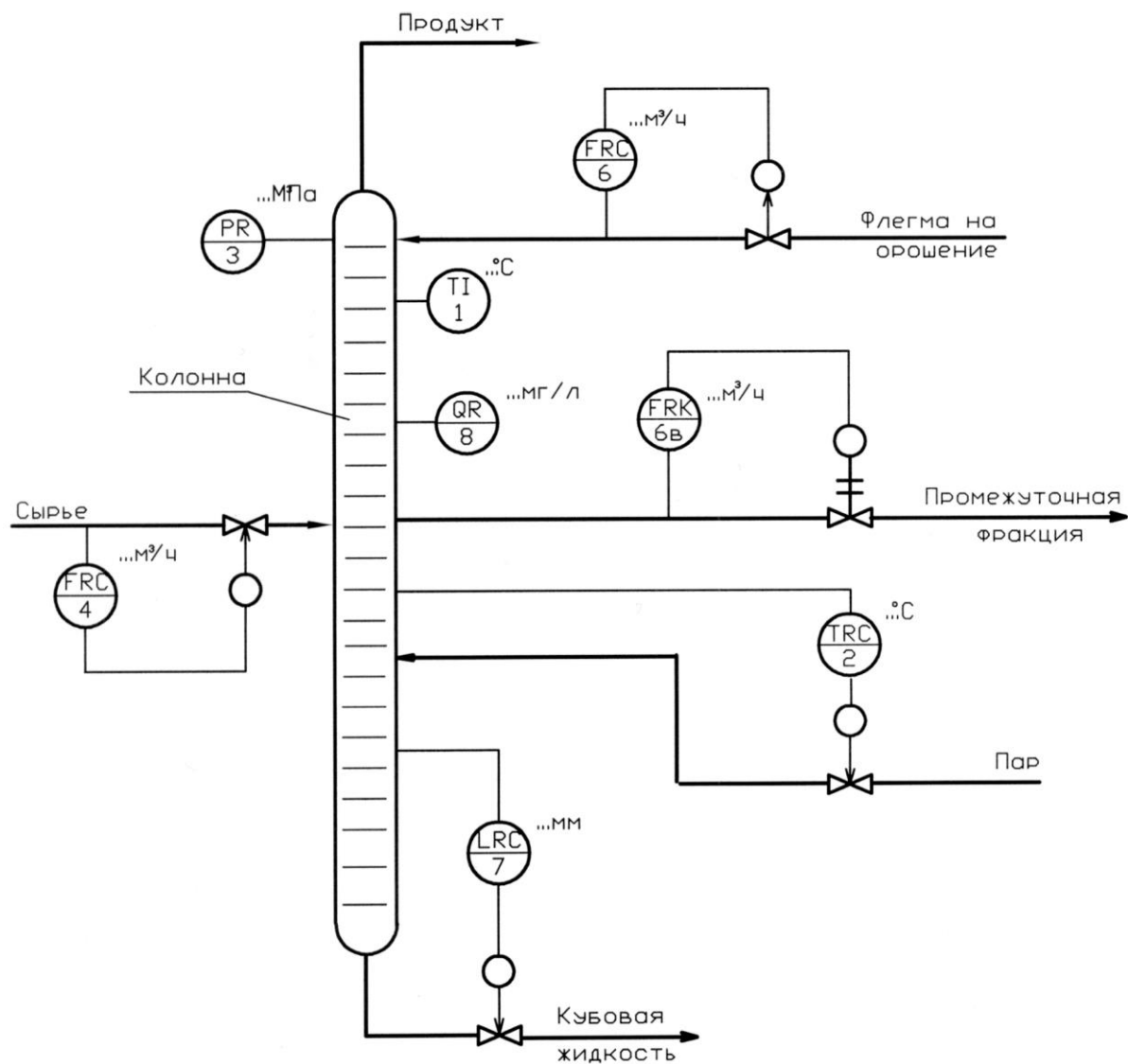
Приложение Е (справочное)

Пример выполнения схемы автоматизации развернутым способом



Приложение Ж (справочное)

Пример выполнения схемы автоматизации упрощенным способом



Номер контура	2	3	4, 5, 6	7	8
Номер листа	2	2	2	2	2

Приложение И (справочное) Основные надписи

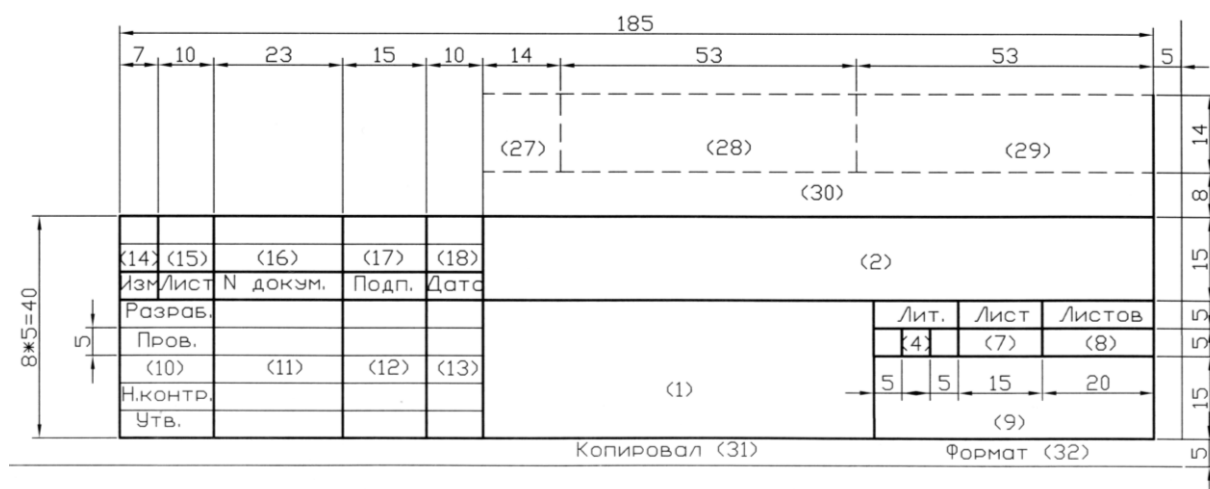


Рисунок И.1 – Основная надпись на первых листах текстовых документов

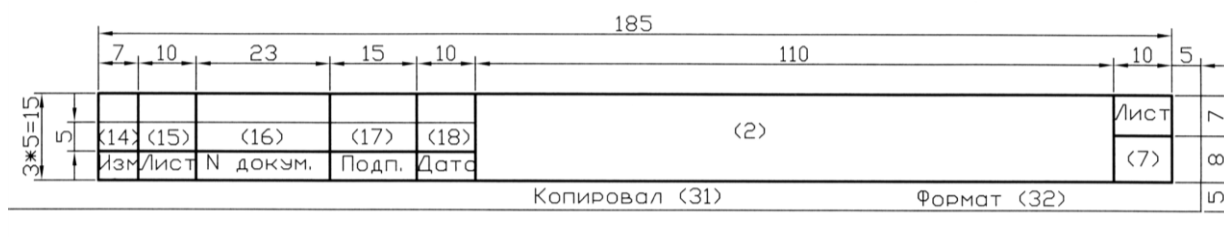


Рисунок И.2 – Основная надпись на последующих листах текстовых документов

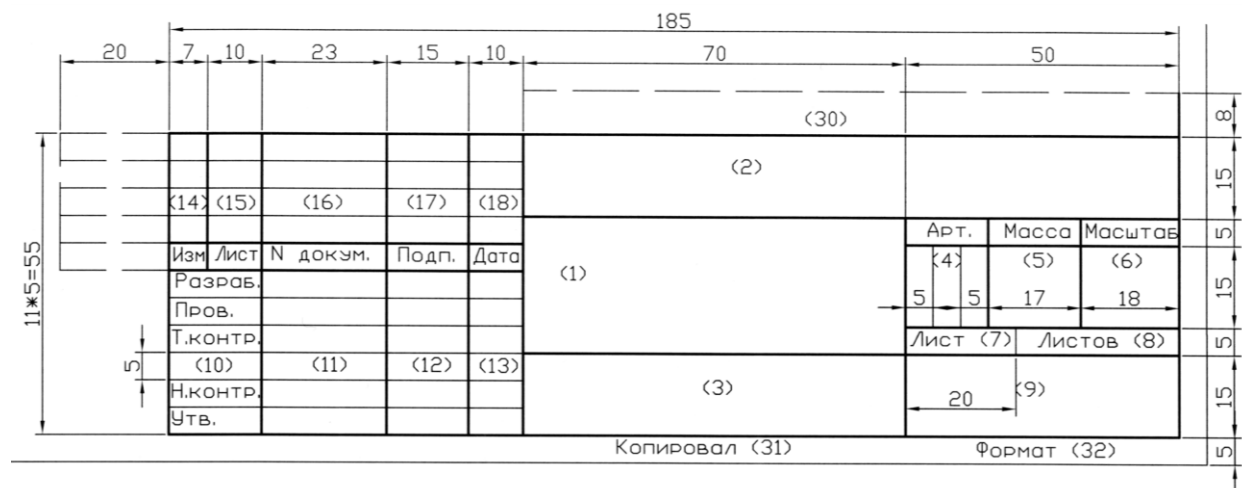


Рисунок И.3 – Основная надпись на графических документах ЕСКД

185											
		10	10	10	10	15	10				
55							(1)				
							(2)				
		Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндоп.	Подп.	Дата	70	15	15	20
		Разраб.						(3)			
		Пров.									
	(10)	(11)	(12)	(13)			Стадия	Лист	Листов		
							(6)	(7)	(8)		
	Н.КОНТР.						(4)				
	УТВ.										
							(9)				

Рисунок И.4 – Основная надпись на первом листе схемы автоматизации, спецификации оборудования, изделий и материалов

Приложение К (справочное)

Форма документа «Спецификация оборудования, изделий и материалов»

Позиция	Наименование и технические характеристики	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Рисунок К.1 – Форма документа «Спецификация оборудования, изделий и материалов»