

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Методические указания к проведению практических занятий
для направления подготовки

15.04.04 — Автоматизация технологических процессов и производств

Невинномысск, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	
Цели и задачи дисциплины	
Требования к уровню освоения дисциплины	
1 Введение	
2 Описание технологического процесса	
3 Разработка схемы автоматизации	
3.1 Общие положения	
3.2 Условные обозначения технологической аппаратуры и трубопроводов	
3.3 Условные обозначения приборов, средств автоматизации и линии связи	
3.3.1 Графические условные обозначения	
3.3.2 Условные буквенные обозначения	
3.3.3 Правила построения условных обозначений	
3.3.4 Правила выполнения функциональных схем систем автоматизации	
4 Выбор и обоснование средств автоматизации	

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие по дисциплине «Проектирование систем автоматизации» разработано с учетом требований ФГОС ВПО для подготовки магистров направления 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств.

Настоящее пособие содержит буквенные обозначения для групп аппаратов и оборудования, графические и буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85, основные буквенные обозначения измеряемых величин, дополнительные буквенные условные обозначения функциональных признаков приборов по ГОСТ 21.404-85, примеры составления схем автоматизации и спецификации к средствам автоматизации.

Оно способствует лучшему усвоению студентами теоретических положений курса и обеспечивает приобретение навыков разработки схем автоматизации и выбора современных технических средств автоматизации.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Проектирование систем автоматизации» ставит своей целью формирование набора профессиональных компетенций будущего магистра по направлению подготовки 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств.

Главными задачами дисциплины являются: ознакомление студентов со схемами автоматизации типовых технологических процессов и производств; приобретение практических навыков проектирования локальных АСР; изучение состава, основных функций и видов обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать современное состояние и тенденции развития автоматизации технологических процессов и производств; принципы организации и архитектуру автоматических и автоматизированных систем контроля и управления для технологических процессов и производств; методы и средства разработки математического, лингвистического, информационного обеспечения систем автоматизации и управления;

- уметь использовать принципы, методы и способы выбора и конфигурирования технических и программных средств при создании систем автоматизации и управления;

- владеть современными методами автоматизации технологических процессов и производств, разработки систем автоматизации и управления с использованием компьютерной техники; методами рационального выбора средств технологического оснащения, автоматизации технологических процессов и производств; методами математического моделирования при разработке и совершенствовании программно-технических средств и систем автоматизации технологических процессов и производств.

1. Введение

При изучении дисциплины «Проектирование систем автоматизации» студент систематизирует и закрепляет знания, полученные в процессе изучения дисциплин «Проблемы современной теории управления», «Автоматизация технологических процессов и производств» и других и приобретает навыки самостоятельной работы.

2. Описание технологического процесса

В разделе «**Описание технологического процесса**» кратко описываются назначение технологического процесса (ТП) как объекта управления, его технологическая схема, машины, механизмы и другая аппаратура, на которой осуществляется технологический процесс. Отражаются особенности технологического объекта управления (ТОУ), влияющие на выбор принципов регулирования и структуры схемы автоматизации и управления. Показываются особенности ТОУ, позволяющие определить структуру автоматической системы управления. Определяются требования к надежности и точности системы управления и регулирования, оцениваются возможности централизованного или распределенного контроля и управления, использование микропроцессорных средств управления. Приводятся значения режимных параметров в различных точках технологического процесса.

Отмечаются факторы, облегчающие или усложняющие автоматизацию объекта управления. К таковым, как правило, относятся непрерывность технологического процесса, протекание технологического процесса в герметичных аппаратах, транспорт жидких и газообразных сред по трубопроводной системе, осуществляющийся под давлением, создаваемым специализированными средствами (насосами, компрессорами) и другие.

К факторам, затрудняющим автоматизацию объекта управления, относят, например, пожаро- и взрывоопасность сред, рассредоточенность объекта

управления в пространстве, удаленность объектов управления от пунктов сбора информации, периодичность ТП и другие.

3. Разработка схемы автоматизации

3.1 Общие положения

Функциональная схема предназначается для отображения возлагаемых на систему автоматизации функций, объема контролируемых и регулируемых технологических параметров, технических средств автоматизации и является одним из основных документов проекта на сооружение технологического объекта.

Функциональные схемы используются в процессе проектирования, при монтаже, наладке и эксплуатации технологического оборудования и устройств контроля и автоматики.

Также как и другие документы проекта, функциональная схема выполняется с соблюдением требований системы государственных стандартов на составление и содержание проектной документации для промышленного строительства (СПДС) и действующих в этой части государственных и отраслевых норм и правил строительного проектирования. На функциональной схеме с помощью стандартных или принятых в отрасли обозначений условно изображается технологическое оборудование, машины и механизмы, технологические трубопроводы и все технические средства систем автоматизации, кроме вспомогательной аппаратуры, показывающиеся связи между ними.

Раскрывая функционально-блочную структуру отдельных устройств и систем локального автоматического контроля и регулирования, функциональная схема дает представление об их связях и общих принципах автоматизации технологического объекта, отображает объем и конкретные параметры контроля и регулирования, расположение отборных и регулирующих устройств, мест отображения информации.

На (функциональной) схеме следует показать также аппаратуру, поставляемую комплектно с технологическим оборудованием, о чем на схеме делают соответствующие указания. Вспомогательные устройства, фильтры и редукторы для воздуха, соединительные коробки, источники питания, реле, магнитные пускатели, автоматы, предохранители, выключатели в цепи питания и т.д. не показывают.

На технологических коммуникациях изображают основные запорные и регулирующие органы, необходимые для определения расположения отборов импульсов или поясняющие необходимость производства измерений.

Устройства, механически связанные с конструкциями, непосредственно встроенными в коммуникации агрегата, исполнительные устройства, механизмы, связанные с дроссельными органами, изображают на поле чертежа в непосредственной близости к конструкциям, имеющим указанную механическую связь.

При разработке функциональных схем средства автоматизации изображают или непосредственно на технологической схеме установки, или на специально подготовленных чертежах, на которых технологическую схему представляют в сокращенном виде без указания отдельных аппаратов и трубопроводов, коммуникаций вспомогательного назначения, для которых не предусматривается аппаратура автоматизации. Схема такой технологической установки или агрегата в этом случае должна в основном соответствовать схеме, изображенной на технологических чертежах.

В отдельных случаях, когда невозможно получить ясное представление о технологической схеме аппарата, агрегата и т.п. при указанном выше способе изображения выбирают такое условное начертание технологических аппаратов и агрегатов, которое дает ясное представление о принципе их работы.

3.2 Условные обозначения технологической аппаратуры и

трубопроводов

Элементами схем технологических процессов являются технологические аппараты, насосы, компрессоры, различные машины и механизмы, трубопроводы, запорная и регулирующая арматура и другое оборудование.

Стандартами СПДС условных обозначений для изображения на схемах технологического оборудования не предусмотрено.

Условные графические обозначения наиболее распространенных технологических аппаратов и оборудования приведены в *Приложении 1* [24].

Технологическому оборудованию помимо графического обозначения присваивается буквенно-цифровое обозначение. Оно складывается из прописных букв русского алфавита и арабских цифр и представляет собой, как правило, начальную букву наименования аппарата и его порядковый номер на технологической схеме. Например, печь П-1, колонна К-2.

Наиболее распространенные в практике промышленного проектирования буквенные обозначения аппаратуры приведены в *Приложении 2* [24].

На технологических трубопроводах стрелками представляется направление движения продукта и его наименование. Возможно цифровое обозначение трубопроводов с последующей их расшифровкой в экспликации. Размеры графических и буквенных символов элементов технологической схемы, надписи и их расположение принимаются такими, чтобы обеспечить наглядность и удобство чтения схемы.

3.3. Условные обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи

Условные обозначения приборов, средств автоматизации и линии связи на схемах автоматизации технологических процессов, производственных объектов и предприятий отраслей промышленности установлены ГОСТ 21.404 - 85.

Стандартом установлены графические и буквенные обозначения, при совместном использовании которых на схемах автоматизации могут быть

изображены приборы, средства и системы автоматизации различного назначения и любой степени сложности.

3.3.1. Графические условные обозначения

Графические условные обозначения, являющиеся основой изображения на схемах приборов, средств и систем автоматизации, должны соответствовать приведенным в *Приложении 3* [24].

Отборные устройства постоянно подключенных приборов изображают на схемах сплошной тонкой линией, соединяющей технологический аппарат или трубопровод с прибором. При необходимости указания конкретного места расположения отборного устройства внутри контура технологического аппарата его обозначают кружком диаметром 2 мм.

Подвод линией связи к прибору производят в любой точке графического обозначения сверху, снизу, сбоку. При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи наносят стрелки.

Графические обозначения на схемах выполняют сплошной линией толщиной 0,5-0,6 мм, а горизонтальную разделительную черту внутри графического обозначения толщиной 0,2-0,3 мм.

Многофункциональные средства и системы автоматизации, такие, например, как агрегатированные комплексы автоматического контроля и регулирования, системы технологической сигнализации, информационно-управляющие электронно-вычислительные комплексы, в практике промышленного проектирования в обоснованных случаях, в случае отклонения от стандарта, изображают на схемах в виде прямоугольников произвольных размеров. В прямоугольники вписывают наименование системы и другие вспомогательные обозначения с расшифровкой их на схеме. Прямоугольники, как и стандартное обозначение, выполняют сплошной основной линией толщиной 0,5-0,6 мм.

Изображение приборов и средств автоматизации помещают в нижней части схемы под изображением технологического оборудования в двух

вытянутых до горизонтали прямоугольниках, расположенных один над другим и выполненных линиями толщиной $0,2 \div 0,3$ мм.

Соединительные линии следует наносить с наименьшим количеством перегибов и пересечений между собой и агрегатами. Условные обозначения приборов пересекать ими нельзя.

Условные обозначения местных одностипных приборов можно совмещать в одно с указанием в спецификации их числа. Соединительные линии при этом необходимо проводить от каждой точки измерения, объединяя их в одну линию перед прибором.

В сложных случаях в функциональных схемах допускаются обрывы соединительных линий, при этом для удобства чтения чертежа каждый конец соединительной линии нумеруют одной и той же арабской цифрой. Концы соединительных линий, идущие от местных приборов, аппаратуры контроля, регулирования, управления и сигнализации, установленной на щитах, к технологическому оборудованию, исполнительным устройствам, нумеруют цифрами в возрастающем порядке слева направо.

3.3.2. Условные буквенные обозначения

Условные буквенные обозначения выполняются прописными буквами латинского алфавита.

Для измеряемых и управляемых величин, а также функциональных признаков приборов и регуляторов применяет буквенные условные обозначения (*Приложение 4* [24]), которые наносят в верхней части окружности соответствующего графического условного обозначения.

Особенности использования буквенных обозначения по ГОСТ 21.404-85:

а) для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора справа от него необходимо указать наименование или символ этой величины, например, напряжение, сила тока, рН, вид радиоактивности и т.д.;

б) при измерении нескольких разнородных величин подробная их расшифровка должна быть приведена около прибора или на поле чертежа;

в) обозначение величин, не предусмотренных стандартом, осуществляется резервными буквами с представлением на схеме их расшифровки.

Порядок расположения буквенных обозначений слева направо должен быть следующим:

а) обозначение основной измеряемой величины;

б) обозначение, уточняющее, если это необходимо, основную измеряемую величину;

в) обозначение функционального признака прибора.

Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен в *Приложении 5* [24].

Буквами в соответствии со стандартом обозначаются:

- измеряемые величины (таблица *Приложения 6* [24]);
- дополнительные обозначения, уточняющие величины, (таблица *Приложения 6* [24]);
- выполняемые приборами и средствами автоматизации функции (таблица *Приложения 6* [24]).

Буквы В, С, N, О, Х, Y, Z являются резервными и могут использоваться для обозначения не предусмотренных стандартом измеряемых величин и функциональных признаков с обязательной расшифровкой их обозначения на поле чертежа. Применение, например буквы, проиллюстрировано в *Приложении 7*, поз. 46 [24].

Некоторые буквы наряду с обозначением измеряемой величины используются для обозначения также дополнительных значений измеряемой величины – буквы D, F, Q, и функциональных признаков – буквы R, S. При этом назначение буквы определяется её местом в условном буквенном обозначении.

Буква А применяется для обозначения функции сигнализации независимо

от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор.

Сигнализируемые предельные значения измеряемых величин конкретизируются добавлением буквы Н – верхнее и L – нижнее значения. Эти буквы наносятся вне графического обозначения, справа от него (*Приложение 7*, поз 31, 32 [24]).

Буква Н применяется для обозначения контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, блокировки и т.д. (*Приложение 7*, поз. 10,17 [24]).

При применении контактного устройства прибора для включения, отключения и одновременно для сигнализации в обозначении прибора следует использовать буквы S, A.

Букву S не следует применять для обозначения функции регулирования, в том числе позиционного.

Для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора, справа от него, необходимо указывать наименование или символ измеряемой величины, например, мощность, конкретный показатель качества вещества, вид радиоактивности α , β , γ , (*Приложение 7*, поз. 35,38,41 [24]).

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 (*Приложение 7*, поз. 43 [24]).

Стандартом, наряду с обязательными для применения основными буквенными обозначениями, установлены на уровне рекомендуемых дополнительные буквенные обозначения, применяемые для указания дополнительных функциональных признаков приборов, преобразователей сигналов и вычислительных устройств (*Приложение 8* [24]).

Буква E применяется для обозначения чувствительных элементов, т.е. устройств, выполняющих первичное преобразование. Примерами первичных преобразований являются чувствительные элементы термоэлектрических

термометров, термометров сопротивления, датчики параметров, сужающие устройства расходомеров и т.д.

Буква Т обозначает промежуточное преобразование – дистанционную передачу сигнала. Букву Т рекомендуется применять для обозначения приборов с дистанционной передачей показаний, например, бесшкальных дифманометров, манометрических термометров с дистанционной передачей и т.п.

Буква К применяется для обозначения приборов, имеющих станцию управления, т.е. переключатель для выбора вида управления (автоматическое, ручное) и устройство для дистанционного управления.

Буква У рекомендуется для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств.

Дополнительные буквенные обозначения по *Приложению 8* [24] применяют при выполнении развёрнутых схем преобразователей сигналов и вычислительных устройств для указания величины сигнала, рода энергии сигнала, вида сигнала, операций, выполняемых вычислительным устройством, и характера связи ЭВМ с объектом управления.

3.3.3 Правила построения условных обозначений

Условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85 включают графические, буквенные и цифровые обозначения. Стандартом установлено два способа построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

При упрощенном способе приборы в средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например, контроль, регулирование, сигнализацию и выполненные в виде отдельных блоков, изображаются одним условным графическим обозначением. При этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру на схеме не изображают.

При развернутом способе каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект средств

автоматизации, показывается отдельным условным графическим обозначением. Сложные приборы, выполняющие несколько функций, допускается изображать несколькими окружностями, расположенными слитно друг к другу или отдельно с соединением соединительной линией связи.

В верхней части окружности наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение.

Первая буква в обозначении прибора всегда определяет наименование измерений величины. Исключение составляют устройства, выполненные в виде отдельных блоков и предназначенные для ручных операций. У них в обозначении на первом месте проставляется буква Н (*Приложение 7*, поз. 51,52,53 [24]).

Надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую величину, располагаются либо рядом с прибором, (*Приложение 7*, поз. 32,35,38 [24]), либо в виде таблицы на поле чертежа.

Порядок расположения буквенных обозначений функциональных признаков, если их несколько в одном приборе, должен быть следующим: IRCSA.

При построении условных обозначений приборов указываются не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме.

С учётом указанного порядка основная надпись в верхней части условного обозначения прибора вида, например, PDIRC, расшифровывается следующим образом: буква Р указывает, что измеряемой величиной является давление, символ D конкретизирует, что измеряется перепад давления. Буквы IRC соответственно указывают, что осуществляется показание, регистрация и регулирование перепада давления.

Дополнительные обозначения, расшифровывающие вид преобразования или операции, наносятся справа от графического обозначения

преобразователя или вычислительного устройства (*Приложение 7*, поз. 48 [24]).

Во избежание неправильного понимания схемы, где это необходимо, допускается вместо условных обозначений приводить полные наименования преобразуемых сигналов, например, «электрический / пневматический».

В нижнюю часть условного графического обозначения прибора вписывается его маркировка – цифровое или цифробуквенное обозначение позиции по заказной спецификации проекта. В отдельных случаях, когда позиционное обозначение прибора не помещается в окружности, допускается нанесение его вне пределов окружности (*Приложение 7*, поз. 53 [24]).

3.4 Правила выполнения функциональных схем систем автоматизации

Функциональные схемы систем автоматизации выполняются совмещёнными с технологическими или монтажно-технологическими схемами технологических процессов.

Технологическая схема вычерчивается по ходу технологического процесса с помощью условных обозначений. При ее выполнении соблюдается соразмерность изображаемых на схеме технологических аппаратов. Схема снабжается необходимыми надписями и пояснениями, техническими характеристиками технологической аппаратуры.

Приборы и средства автоматизации изображаются на схеме с помощью стандартных изображений.

В практике промышленного проектирования приборы и системы автоматизации чаще всего размещаются в поле технологической схемы непосредственно около контролируемых и регулируемых параметров, как это показано в *Приложении 9* [24].

При необходимости специально выделить системы автоматизации, в частности в учебной документации, пользуются следующим способом изображения систем автоматизации.

Обозначения элементов автоматических устройств, которые установлены непосредственно на технологических аппаратах и трубопроводах (отборные устройства, диафрагмы, термопары, исполнительные устройства и др.), наносят на изображениях аппаратов и трубопроводах в местах, соответствующих их действительному расположению.

Обозначение всей остальной аппаратура автоматизации (первичные, вторичные и регулирующие приборы, функциональные блоки, системы сигнализации, вычислительные устройства и др.) сносят в нижнюю часть схемы. Причем вдоль листа вычерчивают два прямоугольника, условно изображающие место расположения аппаратуры автоматизации (по месту, в операторной).

Приборы и устройства систем автоматизации соединяют между собой сплошными линиями связи, позволяющими проследить все соединения приборов.

В случае сложных многоконтурных и многоэлементных схем с протяжёнными пересекающимися соединительными линиями допускается для соединения приборов использовать адресный способ, как показано в примере *Приложения 10, 11, 12* [24]. Адрес соединений определяется цифрами натурального ряда, проставленными начиная слева направо по нижнему обрезу соединительных линий и в соответствующих местах их продолжения.

В нижней части условного изображения прибора проставляется его позиция по спецификации. При упрощенном способе изображения систем автоматизации указывается номер контура, как это показано в *Приложении 13* [24], а при развернутом может указываться и позиция отдельного прибора с выделением контура арабской цифрой, а приборы – буквой русского алфавита, как это показано в *Приложении 14* [24] для контура 5 автоматической системы регулирования давления в колонне К-1. Причем указанные на схеме позиции соответствуют позициям по спецификации и означают для данного контура следующее:

5а – манометр с пневмопередачей (МС-П2), 5б – вторичный прибор со

станцией управления (ПВ 10.1Э), 5в – регулирующие устройство (ПР 3.31), 5г – регулирующий клапан.

Высота цифры равна 3,5 мм, высота буквы 2,5 мм. При цифровом позиционном обозначении приборов вместо букв используют цифры: 2-1, 2-2, 2-3 и т.д. (*Приложение 15, 16*).

Например, для контура 2: 2-1 – термopара, 2-2 – преобразователь нормирующий Ш-705, 2-3 – преобразователь электропневматический ЭПП-1, 2-4 – вторичный прибор со станцией управления (ПВ 10.1Э), 2-5 – регулирующие устройство (ПР 3.31), 2-6 – регулирующий клапан. Не дают позиционных обозначений лишь отборным и приёмным устройствам, поставляемым вместе с прибором. Тип и технологические характеристики для соответствующей позиции производятся в спецификации на приборы и средства автоматизации технологического объекта.

В разделе **«Разработка схемы автоматизации»** приводится описание основных режимных параметров технологического процесса. Определяется показатель эффективности технологического процесса, выбираются параметры объекта, подлежащие автоматизированному контролю, управлению и сигнализации.

Выбирается и обосновывается структура автоматических систем локального контроля и управления с учетом предъявляемых к ним требований. Определяется набор параметров для передачи в АСУ верхнего уровня (технологического объекта или комплекса).

Показывается, что основным видом автоматических систем управления являются автоматические системы регулирования (стабилизации) технологических параметров – АСР.

Обосновывается выбор одно-, двух- или многоконтурных, комбинированных или каскадных АСР. Отмечаются при выборе структуры особенности разных по сложности АСР: простые системы применяются для поддержания на заданном значении регулируемых величин объектов, не требующих высокого качества переходного процесса, а более сложные АСР

позволяют улучшить качество регулирования основной переменной в системах, обладающих большим запаздыванием с сохранением качества регулирования вспомогательной переменной, сохранять определенные соотношения параметров, необходимые для оптимального управления технологическим процессом.

Обосновывается необходимость и объем централизованного или распределенного контроля технологических параметров, предупредительной и аварийной сигнализации, схем защиты и блокировок для обеспечения безопасного ведения технологического процесса.

Составляется и описывается функциональная схема автоматизации, представляющая собой совмещенную схему технологического процесса объекта управления и его системы автоматизации. На функциональной схеме изображается технологическая аппаратура, механизмы, средства и системы автоматизации в соответствии с требованиями ГОСТ 21. 404-85 «Система проектной документации для строительства. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах».

Функциональная схема системы автоматизации выполняется в развернутом и/или упрощенном изображении средств и систем КИА с размещением обозначений в поле технологической схемы и с использованием средств микропроцессорной (МП) техники.

Описание схемы автоматизации приводится кратко по ходу движения сырья и образующихся продуктов, увязывая с технологической схемой. Например, описание может иметь следующий вид.

«Колонна К-1 служит для разделения нефти на фракции. Сырье поступает в колонну К-1, предварительно нагретое в печи П-1 до температуры 350 °С с расходом 60 кг/час. Температурный режим в колонне поддерживается автоматическими системами регулирования. Температура верха колонны поддерживается АСР расхода орошения с коррекцией по температуре в верхней части колонны (поз. 9).

Температура кубовой части поддерживается одноконтурной АСР за счет

изменения расхода теплоносителя, подаваемого в ребойлер (поз. 2)».

«Показателем эффективности процесса нагревания является температура t_x'' на выходе из теплообменника, а целью управления – поддержание этой температуры на определенном значении.

Зависимость t_x'' от ряда параметров процесса может быть найдена из уравнения теплового баланса (потери тепла не учитываем):

$$G_x \cdot c_x \cdot (t_x'' - t_x') = G_r \cdot c_r \cdot (t_r' - t_r''); \quad (1.1)$$

$$t_x'' = \frac{G_r \cdot c_r \cdot (t_r' - t_r'')}{G_x \cdot c_x} + t_x', \quad (1.2)$$

где G_r, G_x – расходы горячего и холодного теплоносителей;

c_r, c_x – удельные теплоемкости горячего и холодного теплоносителей;

t_r', t_x' – температуры горячего и холодного теплоносителей на входе;

t_r'', t_x'' – температуры горячего и холодного теплоносителей на выходе.

Кроме того, известно, что количество тепла, передаваемого от одного теплоносителя другому, а, следовательно, и их конечные температуры, зависят от коэффициента теплопередачи и поверхности теплообмена. Коэффициент теплопередачи изменяется незначительно, поэтому условно будем считать его постоянной величиной. Поверхность теплообмена также является постоянной величиной.

Расход G_r можно стабилизировать или использовать для внесения эффективных регулирующих воздействий.

Расход G_x определяется другими технологическими процессами, а не процессом нагревания, поэтому он не может быть ни стабилизирован, ни использован для внесения эффективных регулирующих воздействий. При изменении расхода G_x в теплообменник будут поступать сильные возмущения.

Температуры теплоносителей t_r', t_x' , а также их удельные теплоемкости c_r, c_x определяются технологическими режимами других процессов, а не процессом нагревания, поэтому стабилизировать их или изменять при ведении процесса нагревания нецелесообразно, а иногда и даже невозможно.

Температура t_r ” является выходным параметром процесса и не может влиять на t_x ”.

Возмущающими воздействиями могут быть также изменение температуры окружающей среды и свойств теплопередающей стенки вследствие отложения на ней солей, а также из-за явления коррозии.

Анализ объекта управления показал, что большую часть возмущающих воздействий невозможно устранить. В связи с этим в качестве регулируемой величины следует брать температуру t_x ”, а регулирующее воздействие вносить путем изменения расхода G_r , что осуществляется одноконтурной АСР температуры (поз. 3), включающей в себя первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (поз. 3-1); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический) (поз. 3-2); регулятор, входящий в состав МПК; преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал пневматический) (поз. 3-3), регулирующий клапан (поз. 3-4).

В качестве контролируемых величин следует брать расходы теплоносителей, их начальные и конечные температуры и давления. Знание текущих значений этих параметров требуется для нормального пуска, наладки и эксплуатации процесса. Кроме того, расход G_x и температуру t_x ” требуется знать для оперативного управления процессом.

Для контроля расхода горячего теплоносителя используется комплект средств автоматизации (поз. 1), включающий в себя первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (поз. 1-1); прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (поз. 1-2); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический) (поз. 1-3).

Для контроля давления горячего теплоносителя используется комплект средств автоматизации (поз. 2), который включает в себя прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (поз. 2-1); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический) (поз. 2-2).

Для контроля расхода холодного теплоносителя используется комплект средств автоматизации (поз. 5), включающий в себя первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (поз. 5-1); прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (поз. 5-2); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал также электрический) (поз. 5-3).

Для контроля давления холодного теплоносителя используется комплект средств автоматизации (поз. 4), который включает в себя прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (поз. 4-1); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал также электрический) (поз. 4-2).

Для контроля начальных и конечных температур теплоносителей используется комплект средств автоматизации (поз. 6), который включает в себя первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (поз. 6-1, 6-2, 6-3); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал электрический) (поз. 6-4).

Знание текущих значений этих параметров требуется для нормального пуска, наладки и эксплуатации процесса. Кроме того, расход горячего теплоносителя необходимо знать для расчета технико-экономических показателей, а расход холодного теплоносителя и его температуру на выходе – для оперативного управления процессом.

Сигнализации подлежит температура t_x на выходе из теплообменника, а также прекращение подачи теплоносителя. Кроме того, должно быть предусмотрено устройство защиты, которое перекроет линию горячего теплоносителя в случае прекращения подачи продукта.

Заканчивается описание функциональной схемы назначением, принятыми способами защиты оборудования, схем сигнализации, блокировок.

4. Выбор и обоснование средств автоматизации

В этом разделе необходимо обосновать следующие вопросы:

1. Выбор параметров процесса, подлежащих контролю, защите и сигнализации.

2. Выбор точек (мест), в которых необходимо контролировать параметры, характеризующие ход технологического процесса.

3. Выбор и обоснование методов контроля и типов приборов и их краткую характеристику.

4. В случае необходимости обосновать разработку новых датчиков.

Необходимо, чтобы предусматривался контроль всех основных параметров, характеризующих ход технологического процесса.

Обязательному контролю подлежат расходы сырья, готовой продукции и ее качество, различных химреагентов, обеспечивающих оптимальный ход технологического процесса; давление, температура и уровень жидких и сыпучих веществ в технологических аппаратах; нагрузка (усилие) на подвижные элементы технологических установок и др.

На основании требований к автоматизации технологического процесса и опыта эксплуатации промышленной установки необходимо обосновать и выбрать с учетом специфики процесса типы регуляторов, приборов, первичных измерительных преобразователей, исполнительных и регулирующих устройств, средств дистанционного управления, сигнализации, защиты.

Выбор технических средств определяется требованиями и особенностями технологического процесса, технико-экономическими характеристиками средств и систем автоматизации и производится по каталогам и справочникам.

При выборе и обосновании средств автоматизации следует учитывать, что для пожаро- и взрывоопасных технологических процессов применяют пневматические технические средства, но при высоких требованиях к быстродействию и значительных расстояниях между источниками и приемниками сигналов информации применяют, как правило, электрические, достоинствами которых являются простота и относительно низкая стоимость.

При выборе следует также стремиться к применению однотипных технических средств, предпочтительно унифицированных комплексов, характеризующихся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки. Использование однотипных средств дает значительные эксплуатационные преимущества как с точки зрения их настройки, так и при техническом обслуживании, ремонте.

В проектируемые системы автоматизации необходимо закладывать технические средства с тем классом точности, который определяется действительными требованиями объекта автоматизации. Как известно, чем выше класс системы измерения, тем выше его стоимость, сложнее эксплуатация.

Количество технических средств и их размещение должно быть ограниченным. Излишек аппаратуры является не менее вредным, чем ее недостаток: усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдений за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, удлиняет сроки монтажных работ, увеличивает стоимость автоматизированного объекта.

Конкретные типы средств автоматизации выбирают с учетом особенностей технологического процесса и его параметров. В первую очередь принимают во внимание такие факторы, как пожаро- и взрывоопасность, агрессивность и токсичность среды, число параметров, участвующих в

управлении, и их физико-химические свойства, дальность передачи сигналов информации и управления, требуемые точность и быстродействие. Эти факторы определяют выбор методов измерения технологических параметров, требуемые функциональные возможности регуляторов и приборов (законы регулирования, показание, запись и т.д.), диапазоны измерения, классы точности, вид дистанционной передачи и т.д.

Конкретные приборы и средства автоматизации следует подбирать по справочной литературе [12-19], исходя из следующих соображений:

- для контроля и регулирования одинаковых параметров технологического процесса необходимо применять однотипные средства автоматизации, выпускаемые серийно;
- при большом числе одинаковых параметров рекомендуется применять многоточечные приборы;
- при автоматизации сложных технологических процессов необходимо использовать вычислительные и управляющие машины;
- класс точности приборов должен соответствовать технологическим требованиям;
- для автоматизации технологических аппаратов с агрессивными средами необходимо предусматривать установку специальных приборов, а в случае применения приборов в нормальном исполнении нужно защищать их.

Выбирая датчики и вторичные приборы для совместной работы, следует обращать внимание на согласование выходного сигнала датчика и входного сигнала вторичного прибора.

При выборе датчиков и приборов следует обращать внимание не только на класс точности, но и на диапазон измерения. Следует помнить, что номинальные значения параметра должны находиться в последней трети диапазона измерения датчика или прибора. При невыполнении этого условия относительная погрешность измерения параметра значительно превысит относительную приведенную погрешность датчика или прибора. Таким

образом, не следует выбирать диапазон измерения с большим запасом (достаточно иметь верхний предел измерения, не более чем на 25% превышающий номинальное значение параметра).

Приводится краткая характеристика выбранных технических средств.

К примеру, раздел «Выбор и обоснование современных средств автоматизации» будет иметь следующий вид.

"Выбор и обоснование средств измерения расхода"

В химической промышленности для измерения расхода используются расходомеры переменного перепада давления, расходомеры постоянного перепада давления, расходомеры переменного уровня, электромагнитные расходомеры и т.д. На основании пределов измерения (D_y – условный проход, в мм; $D_y = 150$ мм, P_y – условное давление, в кгс/см²; $P_y = 6$ кгс/см²) для измерения расхода на линии подачи холодного и горячего теплоносителей в качестве первичного прибора используется диафрагма камерная ДК6-150 ГОСТ 26969-86 (поз. 1-1, 5-1), предназначенная для измерения расхода жидкостей, газов или паров по методу переменного перепада давления в соответствии с РД 50-213-80 «Измерение расходов жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и сосудами». Материал корпуса: сталь 20, сталь 35. Материал диска: сталь 12x17, 12x18 Н10Т. Изготовители АОМ, РАОТ, ЧКМ, ТОЗЭ, ПОТ, ИФАОН, ЧЗП, НПКЭ [14]. Измерение расхода по методу переменного перепада давления основано на том, что расход зависит от перепада давления образующегося в сужающем устройстве в результате частичного перехода потенциальной энергии в кинетическую. Выбор данной диафрагмы обусловлен измеряемой средой, условным давлением $P_y = 6$ кгс/см², условным проходом $D_y = 150$ мм.

Сигнал с диафрагмы поступает на преобразователь разности давлений. В последнее время в промышленности получили распространение приборы для измерения давления «Сапфир», в которых в качестве чувствительного элемента служит сапфировая мембрана с напыленными полупроводниковыми сопротивлениями. Воздействие измеряемого параметра, преобразованное в

усилие, вызывает изменение напряженного состояния тензорезисторов, жестко соединенных с чувствительным элементом тензомодуля, который размещен внутри измерительного блока первичного преобразователя. Изменение сопротивления тензорезисторов преобразуется в токовый выходной сигнал.

Поскольку на линии подачи холодного и горячего теплоносителей ΔP (перепад давления на сужающем устройстве) составляет $0,1 \text{ кгс/см}^2 \approx \approx 0,01 \text{ МПа} = 10 \text{ кПа}$, то верхний предел измерения должен быть $12,5 \text{ кПа}$, т.е. в качестве преобразователя разности давлений выбираем Сапфир-22М-ДД ТУ 25-2472.0049-89 модель 2430 с верхним пределом измерения 16 кПа (предельно допускаемое рабочее избыточное давление $16; 25 \text{ МПа}$) (поз. 1-2, 5-2). Преобразователь предназначен для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивает непрерывное преобразование разности давлений нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал [14].

Блок преобразования сигналов, искрозащиты и питания БПС-90К ТУ25-7439.0016-90 (поз. 1-3, 5-3) обеспечивает линеаризацию статической характеристики преобразователя при измерении расхода по методу перепада давления на сужающем устройстве. Унифицированные выходные сигналы постоянного тока: $0-5; 0-20; 4-20 \text{ мА}$. Напряжение питания – 200 или 240 В . Изготовитель АОМ [18].

Выбор и обоснование средств измерения давления

На основании параметров технологического процесса (давление на линии подачи холодного и горячего теплоносителей составляет $6 \text{ кгс/см}^2 \approx \approx 0,6 \text{ МПа}$, т.е. верхний предел измерения преобразователя должен быть не более $0,75 \text{ МПа}$) в качестве преобразователя избыточного давления выбираем Сапфир-22М-ДИ ТУ 25-2472.0049-89 модель 2150 42 1281 5487 (поз. 2-1, 4-1) с верхним пределом измерения $1,0 \text{ МПа}$ (предел допускаемой основной

погрешности 0,25; 0,5%), который предназначен для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления техническими процессами и обеспечивает непрерывное преобразование избыточного давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал. Выходной сигнал: 0-5; 4-20 мА. Питание постоянным током 36 В. Габаритные размеры –112x245x110 мм. Масса не более 3 кг. Изготовитель НППС, ЧЗП, ЧКМ [18].

Блок преобразования сигналов, искрозащиты и питания БПС-90П ТУ25-7439.0016-90 (поз. 2-2, 4-2) обеспечивает получение линейной зависимости между формируемым выходным унифицированным токовым сигналом и измеряемым параметром (давление, уровень, разность давлений). Унифицированные выходные сигналы постоянного тока: 0-5; 0-20; 4-20 мА. Напряжение питания – 200 или 240 В. Изготовитель АОМ [18].

Выбор и обоснование средств измерения температуры

На основании параметров технологического процесса (температура $t_x'' = 120$ °С) выбираем в качестве средств измерения температуры термометры сопротивления, принцип действия которых основан на свойстве металлов и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление при изменении температуры. Для измерения температуры нагретого продукта используется термопреобразователь сопротивления медный ТСМ-0193-01, ТУ 311-00226253.035-93 (поз. 3-1). Он предназначен для измерения температуры газообразных и жидких сред в различных отраслях промышленности. Рабочий диапазон измеряемых температур: от минус 50 до 180 °С. Материал защитной арматуры – сталь 12Х18Н10Т или 08Х13. Аналог ТСМ-1088, ТСМ-0879 (ЛЭ). Изготовитель ЧТП, ЧКМ, ПОТ [15].

Исходя из пределов измерения первичного прибора для преобразования сигналов от термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления в унифицированный сигнал постоянного тока выбираем нормирующий преобразователь температуры НПТ-2, ТУ 4227-028-10474265-

98 42 2710 модель НПТ-2.1 (поз. 3-2). Выходной сигнал постоянного тока: 0-5; 4-20 мА. Диапазон измерения: от минус 50 до 200 °С. Габаритные размеры: 145x61x32 мм. Изготовитель НППА [17].

Для контроля температуры на линиях подачи теплоносителей, равной 20-150 °С, применяется термопреобразователь сопротивления медный ТСМ-0193-01, ТУ 311-00226253.035-93 (поз. 6-1, 6-2, 6-3) [15]. В качестве вторичного прибора используется многоканальный измерительный преобразователь Ш9327, ТУ 4227-005-12296299-95 (поз. 6-4). Он предназначен для многоканального преобразования сигналов датчиков температуры типа ТСП, ТСМ, ТХА, ТХК, ТПП, ТПР, ТВР, ТМК и других датчиков, имеющих унифицированные сигналы постоянного тока или напряжения в цифровой код. Выходной интерфейс 1РПС или RS 232/RS 485. Класс точности – 0,25. Габаритные размеры основного блока: 266x482x323 мм. Изготовитель НППС, ЧКМ (поставка) [17].

Выбор и обоснование преобразователей сигналов

В качестве преобразователя унифицированного токового сигнала в аналоговый пневматический сигнал используется преобразователь типа ЭПП-1 (поз. 3-3). Преобразователь ЭПП-1 предназначен для аналогового преобразования входного электрического сигнала постоянного тока в аналоговый пневматический сигнал. Входной электрический сигнал 0-5 мА. Выходной пневматический сигнал 0,2-1,0 кгс/см². Давление питания 1,4 кгс/см². Основная погрешность – 1 %. Изготовитель ХАОТ [17]. Унифицированный выходной пневматический сигнал поступает на регулирующий клапан 25с48нж (поз. 3-4).

Все выбранные и используемые технические средства включаются в ведомость спецификации. На основе анализа технологической схемы и комплекса технических средств автоматизации, составляются сводные таблицы входных и выходных параметров технологического процесса.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ВАРИАНТ № 1

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

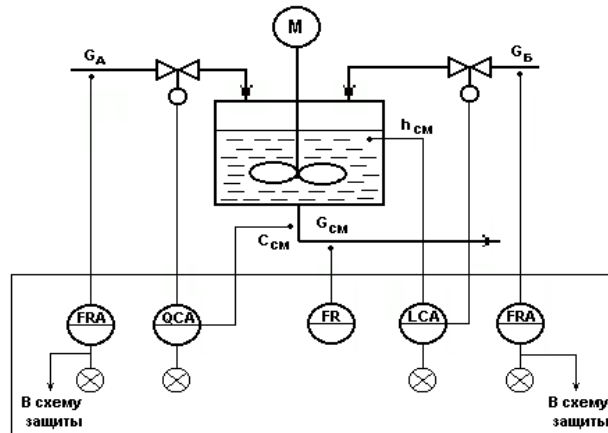


Рисунок А.1 – Схема автоматизации емкости с мешалкой (аппарата непрерывного действия), в которой смешиваются две жидкости *A* (с концентрацией целевого компонента C_a) и *B* (с концентрацией целевого компонента C_b) для получения гомогенизированного раствора с заданной концентрацией целевого компонента $C_{см}$

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации аппарата с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход G_a ; $D_y = 50$ мм; P_y – условное давление G_a ; $P_y = 0,5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве G_a ; $\Delta P = 0,4$ МПа;

D_y – условный проход G_b ; $D_y = 50$ мм; P_y – условное давление G_b ; $P_y = 0,4$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве G_b ; $\Delta P = 0,1$ МПа;

D_y – условный проход $G_{см}$; $D_y = 50$ мм; P_y – условное давление $G_{см}$; $P_y = 1,2$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{см}$; $\Delta P = 0,01$ МПа;

$L = 1,5 \pm 0,5$ м, $L_{min} = 0,5$ м, $\Delta P_{app.} = 2$ МПа,

$pH = 7$, $pH_{min} = 6,8$.

ВАРИАНТ № 2

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

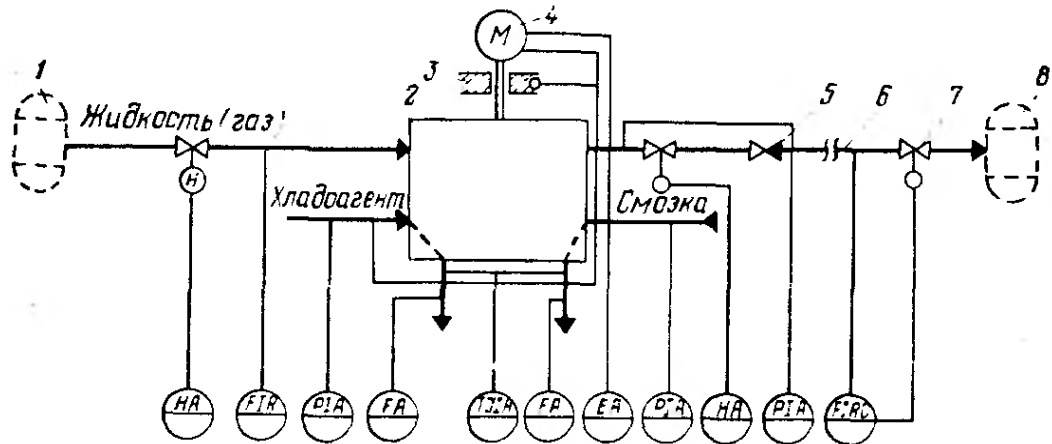


Рисунок А.2 – Схема автоматизации процесса перемещения жидкости:
 1,8 – технологические аппараты; 2 – насос (компрессор); 3 – подшипники;
 4 – электродвигатель; 5 – обратный клапан; 6 – трубопровод; 7 – дроссельный орган

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{ж}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{ж}$; $P_y = 0,3$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{ж}$; $\Delta P = 0,05$ МПа;

D_y – условный проход $G_{хл}$; $D_y = 50$ мм; P_y – условное давление $G_{хл}$; $P_y = 0,5$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{хл}$; $\Delta P = 0,4$ МПа;

D_y – условный проход $G_{см}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{см}$; $P_y = 0,8$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{см}$; $\Delta P = 0,6$ МПа;

D_y – условный проход $G_{вых}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{вых}$; $P_y = 0,5$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{вых}$; $\Delta P = 0,1$ МПа;

$P_{хладоагент} = 0,1 \pm 0,01$ МПа, $P_{смазка} = 0,5 \pm 0,01$ МПа, $P_{жидкость} = 2 \pm 0,1$ МПа,

$T_{смазка} = 40 \pm 2$ °С, $T_{хладоагент} = 20 \pm 5$ °С, $T_{подшипн.} = 50 \pm 5$ °С.

ВАРИАНТ № 3

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

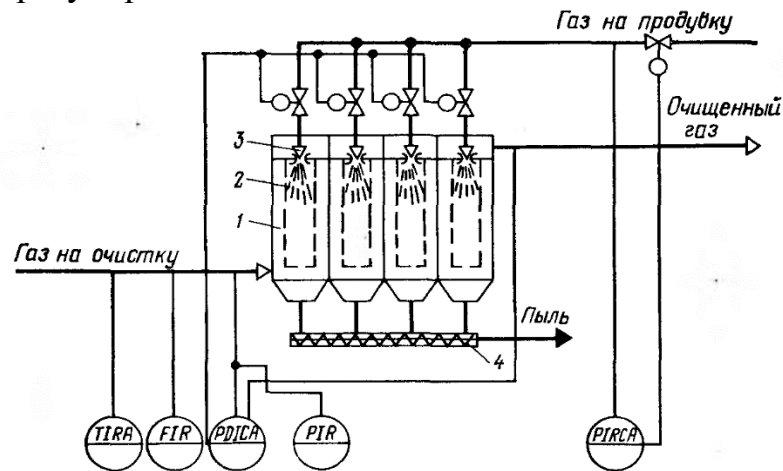


Рисунок А.3 – Схема автоматизации процесса фильтрации газовых систем:

1 – корпус фильтра; 2 – рукава; 3 – сопло импульсной продувки; 4 – шнек

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить функциональную схему автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{\text{газ}}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{газ}}$; $P_y = 0,5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{газ}}$; $\Delta P = 0,1$ МПа;

$\Delta P_{\text{газа}} = 10 \pm 0,01$ МПа, $P_{\text{газа}} = 5 \pm 0,01$ МПа, $P_{\text{газа на продувку}} = 8 \pm 0,05$ МПа,

$P_{\text{макс. газа на продувку}} = 10$ МПа,

$T = 50 \pm 5$ °С, $T_{\text{макс. газа}} = 80$ °С.

ВАРИАНТ № 4

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

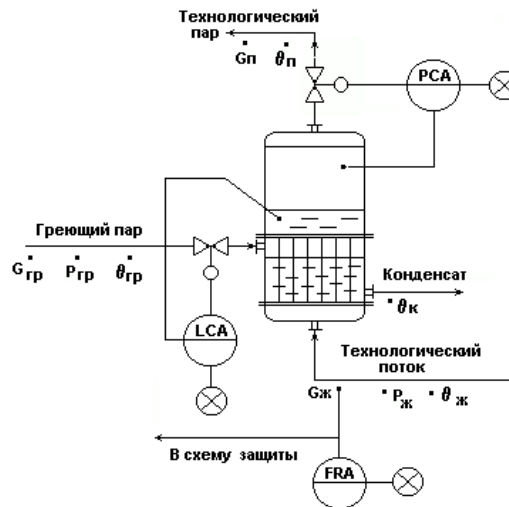


Рисунок А.4 – Схема автоматизации испарителя (кожухотрубного теплообменника с изменяющимся агрегатным состоянием теплоносителя и технологического потока)

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации аппарата с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{ж}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{ж}$; $P_y = 0,5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{ж}$; $\Delta P = 0,1$ МПа;

$P = 0,8 \pm 0,01$ МПа, $P_{max} = 1$ МПа, $P_{min} = 0,2$ МПа,

$L = 1,0 \pm 0,2$ м, $L_{min} = 50 \%L$, $L_{max} = 80 \%L$, $\Delta P_{куб.апп} = 0,5$ МПа.

ВАРИАНТ № 5

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

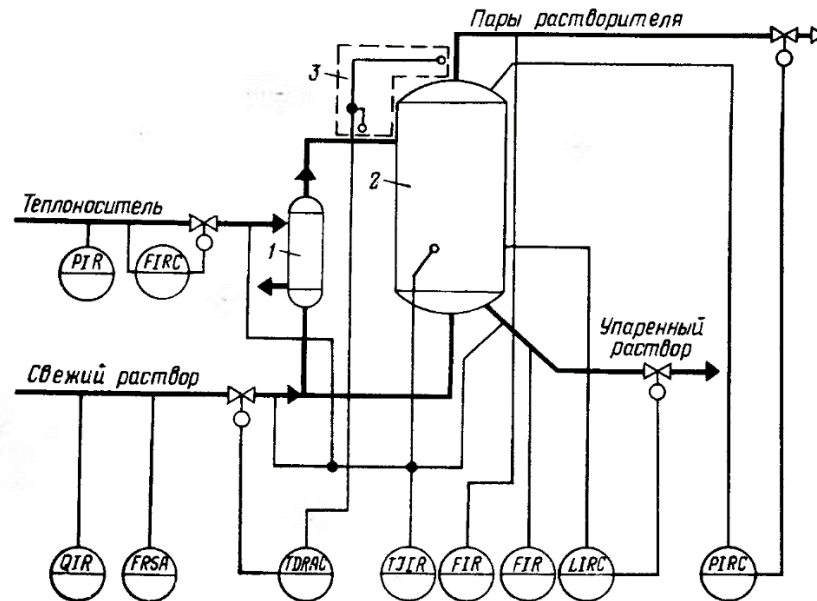


Рисунок А.5 – Схема автоматизации процесса выпаривания:
 1 – кипятильник; 2 – выпарной аппарат; 3 – устройство для измерения температурной депрессии

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{\text{теплонос.}}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{теплонос.}}$; $P_y = 2,2$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{теплонос.}}$; $\Delta P = 1$ МПа;
 D_y – условный проход $G_{\text{св.раств.}}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{св.раств.}}$; $P_y = 3,5$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{св.раств.}}$; $\Delta P = 2$ МПа;
 D_y – условный проход $G_{\text{пары раств.}}$; $D_y = 50$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{пары раств.}}$; $P_y = 1,6$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{пары раств.}}$; $\Delta P = 0,01$ МПа;
 D_y – условный проход $G_{\text{уп.раств.}}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{уп.раств.}}$; $P_y = 2,4$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{уп.раств.}}$; $\Delta P = 0,05$ МПа; $P_{\text{теплонос.}} = 0,2 \pm 0,01$ МПа, $\Delta T = 10 \pm 0,1$ °С, $T_{\text{св.раствора}} = 40 \pm 5$ °С, $T_{\text{теплонос.}} = 180 \pm 2$ °С, $T_{\text{уп.раствора}} = 80 \pm 2$ °С, $T_{\text{апп.}} = 150 \pm 5$ °С, $P_{\text{апп.}} = 5 \pm 0,01$ МПа, $L_{\text{апп.}} = 5 \pm 0,5$ м, $\Delta P_{\text{куб.апп}} = 1$ МПа, рН = 5,5.

ВАРИАНТ № 6

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

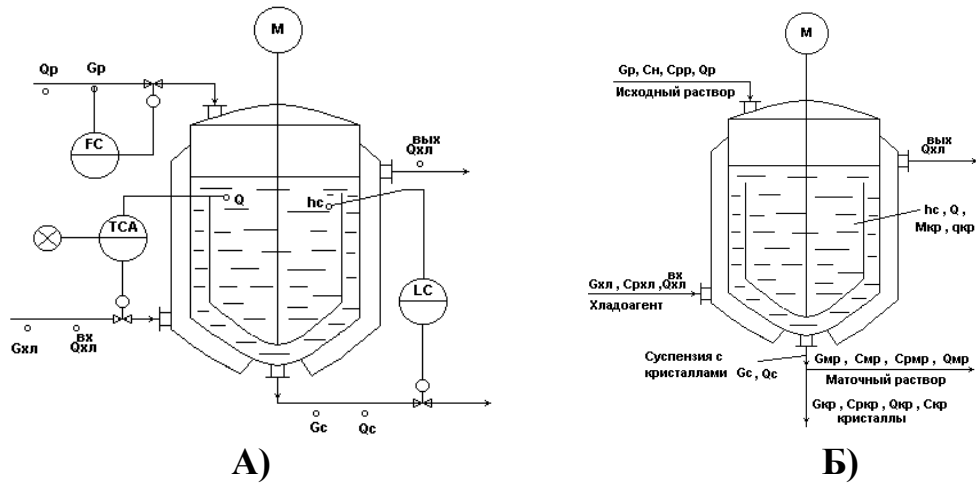


Рисунок А.6 – Схема автоматизации кристаллизатора непрерывного действия с мешалкой:

в схеме принято: $G_c = G_{mr} + G_{kr}$; $\theta_{mr} = \theta_{kr} = \theta_c = \theta$; $C_{kr} = 1$, т.е. кристаллы чистые.

Исходный горячий насыщенный раствор подается сверху в аппарат, где охлаждается с помощью хладоносителя, подаваемого в рубашку и становится пересыщенным. В результате пересыщения раствора и при интенсивном перемешивании происходит кристаллизация целевого компонента из раствора с образованием кристаллов ($M_{kr} \rightarrow G_{kr}$). При этом концентрация раствора понижается и оставшаяся жидкая фаза G_{mr} в смеси с G_{kr} в виде потока суспензии G_c выводится из процесса

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

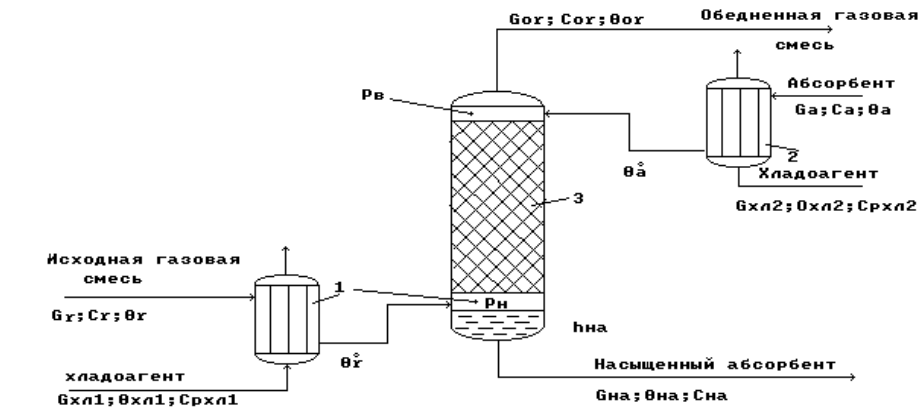
D_y – условный проход G_p ; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление G_p ; $P_y = 0,3$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве G_p ; $\Delta P = 0,2$ МПа;

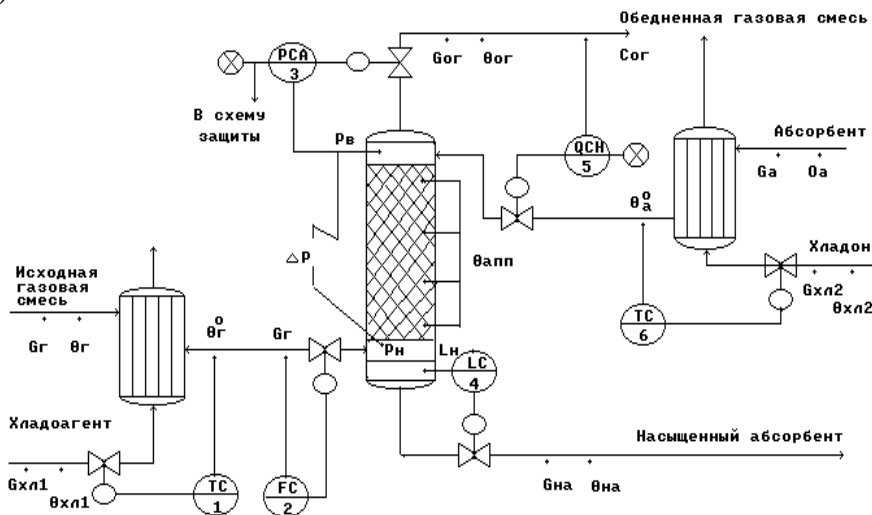
$T = 30$ °С, $T_{min} = 10$ °С, $T_{max} = 35$ °С, $L = 20,0 \pm 0,2$ м, $\Delta P_{куб.апп.} = 3$ МПа.

ВАРИАНТ № 7

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.



а)



б)

Рисунок А.7 – Схема автоматизации (б) абсорбционной установки (а):

1, 2 – холодильники; 3 – абсорбционная насадочная колонна

Исходная газовая смесь G_g и абсорбент G_a в холодильниках 1 и 2 охлаждаются до заданных температур θ_g^0 и θ_a^0 и противотоком подаются в колонну 3. В колонне 3 происходит извлечение целевого (распределяемого) компонента из исходной газовой смеси с помощью жидкого абсорбента. В результате массообменного процесса между газовой и жидкой фазами получают:

- в низу колонны – насыщенный абсорбент $G_{на}$ с концентрацией целевого (распределяемого) компонента $c_{на}$;
- в веру колонны – обедненную газовую смесь $G_{ог}$ с концентрацией целевого (распределяемого) компонента $c_{ог}$.

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход G_r ; $D_y = 200$ мм; P_y – условное давление G_r ; $P_y = 5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве G_r ; $\Delta P = 0,1$ МПа;

D – диаметр трубопровода для подбора клапана на выходе из хол. 1; $D = 200$ мм,
 $T_{\theta r0} = 50 \pm 5$ °С,

D – диаметр трубопровода для подбора клапана на линии обедненной газовой смеси; $D = 150$ мм,

$P_{\text{апп}} = 0,12 \pm 0,005$ МПа, $P_{\text{max}} = 0,14$ МПа, $L = 1,5 \pm 0,4$ м, $\Delta P_{\text{куб.апп.}} = 0,5$ МПа,
 $T_{\theta a0} = 20 \pm 3$ °С,

D – диаметр трубопровода для подбора клапана на линии хладоносителя;
 $D = 100$ мм,

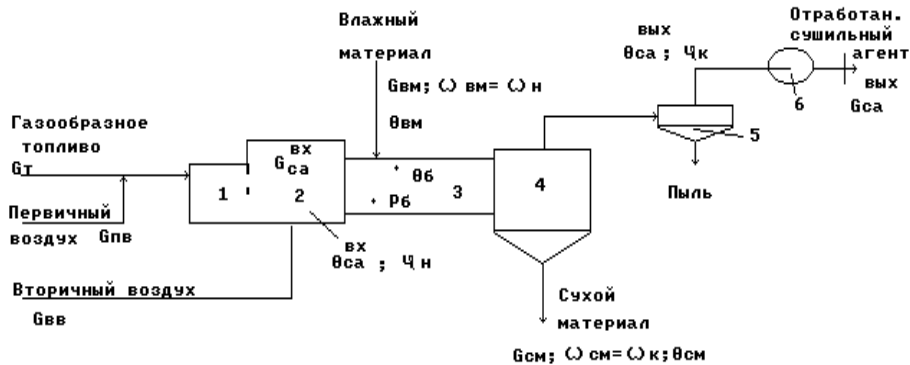
D – диаметр трубопровода для подбора клапана на линии хладоагента;
 $D = 100$ мм,

D – диаметр трубопровода для подбора клапана на линии насыщенного абсорбента; $D = 150$ мм.

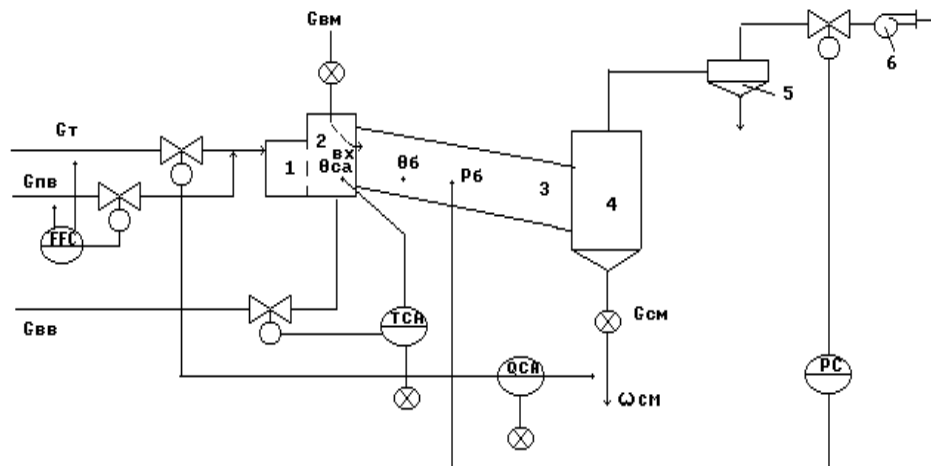
Предусмотреть анализ содержания кислорода в обедненной газовой смеси.

ВАРИАНТ № 8

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.



а)



б)

Рисунок А.8 – Схема автоматизации (б) барабанной сушилки прямоточного действия (а):

1 – топка; 2 – смесительная камера; 3 – сушильный барабан; 4 – бункер; 5 – циклон; 6 – вентилятор

Газообразное топливо G_T подается с первичным воздухом $G_{ПВ}$ через горелки в топку 1, где сжигается для получения сушильного агента. Формирование сушильного агента осуществляется в смесительной камере 2, куда подается вторичный воздух $G_{ВВ}$. Влажный материал подается с помощью автоматического дозатора 7 в сушильный барабан 3. Барабан наклонно расположен и вращается со скоростью 4–5 об/мин, так что материал перемещается вдоль барабана и высушивается к моменту попадания в бункер 4 до определенной влажности $\omega_{СМ}$. Сухой материал $G_{СМ}$ отгружается из бункера 4 автоматическим дозатором 7. Отработанный сушильный агент $G_{СА}$ в циклоне 5 очищается от пыли и вентилятором 6 выводится из процесса.

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход G_T ; $D_y = 250$ мм; P_y – условное давление G_T ; $P_y = 10$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве G_T ; $\Delta P = 3$ МПа;

D_y – условный проход $G_{ПВ}$; $D_y = 200$ мм; P_y – условное давление $G_{ПВ}$; $P_y = 12$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{ПВ}$; $\Delta P = 2$ МПа;

$T = 750 \pm 10$ °С, $T_{\max} = 850$ °С, $P = 0,2 \pm 0,001$ МПа,

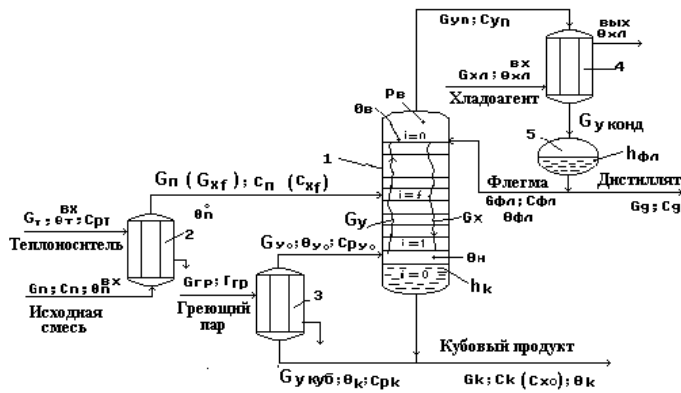
D – диаметр трубопровода для подбора клапана на линии вторичного воздуха; $D_{увв} = 100$ мм,

D – диаметр трубопровода для подбора клапана на линии отработанного сушильного агента; $D_y = 100$ мм.

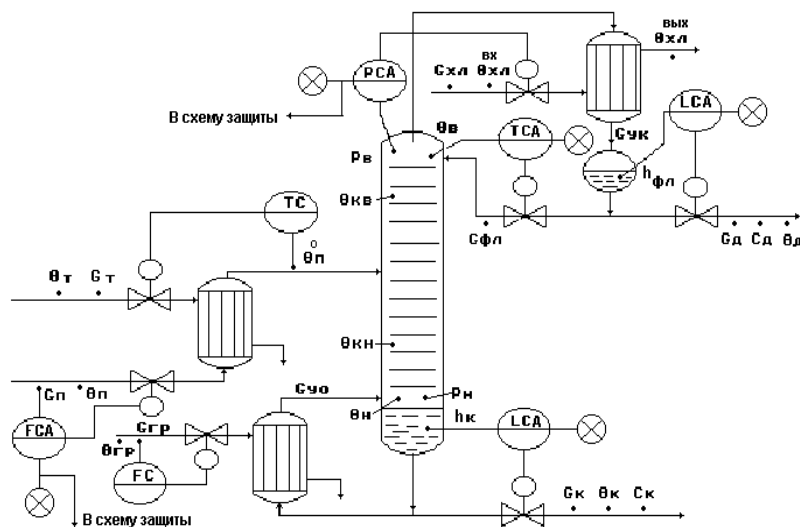
Предусмотреть анализ влажности $\omega_{см}$ сухого материала.

ВАРИАНТ № 9

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.



а)



б)

Рисунок А.9 – Схема автоматизации (б) ректификационной установки для выделения из исходной жидкой смеси целевого компонента в составе дистиллята (а):

1 – ректификационная колонна; 2 – подогреватель потока питания; 3 – кипятильник; 4 – конденсатор (дефлегматор); 5 – флегмовая емкость

Исходная смесь $G_{п}$ (G_{xf}) нагревается в подогревателе потока питания 2 до температуры кипения $\theta_{п}^0$ и подается в колонну 1 на тарелку питания ($i=f$). Исходная смесь стекает по тарелкам нижней части колонны в виде жидкостного потока $G_{х}$ в куб колонны, участвуя в массообменном процессе с паровым потоком $G_{у}$. Из куба колонны выводится кубовый продукт $G_{куб}$. Часть кубового продукта подается в кипятильник 3, где испаряется с образованием парового потока $G_{у0}$, который подается в низ колонны. Паровой поток поднимается вверх колонны, контактируя с жидким потоком и обогащаясь целевым компонентом. Обогащенный целевым компонентом паровой поток

G_{yn} выводится из верха колонны и подается в дефлегматор 4, где конденсируется.

Конденсат собирается во флегмовой емкости 5. Из сборника флегмы отбирается два потока: поток дистиллята G_d – целевой продукт; поток флегмы $G_{фл}$ – жидкая фаза, используемая для орошения верха колонны.

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{гр}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{гр}$; $P_y = 0,4$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{гр}$; $\Delta P = 0,02$ МПа;

D_y – условный проход $G_{п}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{п}$; $P_y = 0,5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{п}$; $\Delta P = 0,01$ МПа;

$T_{\thetaп} = 80 \pm 5$ °С, $P_{app} = 0,1 \pm 0,05$ МПа, $P_{max} = 0,15$ МПа,

$T_{\thetaв} = 120 \pm 1$ °С, $T_{\thetaвmax} = 140$ °С,

$L_{фл} = 0,5 \pm 0,1$ м, $L_{флmax} = 1,5$ м, $\Delta P_{куб.фл.ем.} = 0,3$ МПа,

$L_k = 2,5 \pm 0,4$ м, $L_{клmax} = 3,5$ м, $\Delta P_{куб.апп.} = 0,2$ МПа.

ВАРИАНТ № 10

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

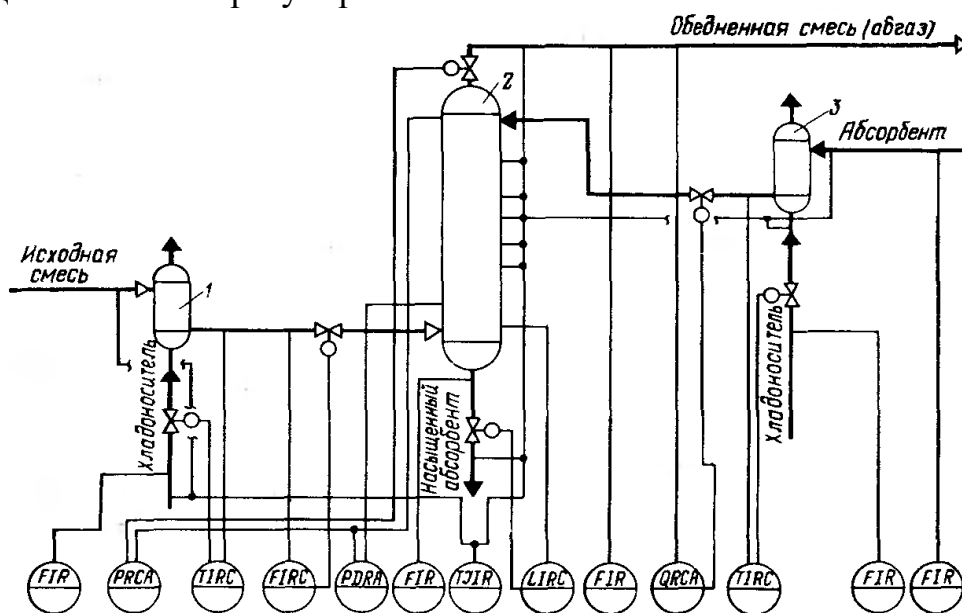


Рисунок А.10 – Схема автоматизации процесса абсорбции:

1,3 – холодильники; 2 – абсорбционная колонна

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{хл1}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{хл1}$; $P_y = 2$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{хл1}$; $\Delta P = 0,1$ МПа;

D_y – условный проход $G_{см}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{см}$; $P_y = 5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{см}$; $\Delta P = 1$ МПа;

D_y – условный проход $G_{нас.аб.}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{нас.аб.}$;

$P_y = 6$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{нас.аб.}$; $\Delta P = 2$ МПа;

D_y – условный проход $G_{абгаз}$; $D_y = 200$ мм; P_y – условное давление $G_{абгаз}$;

$P_y = 3$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{абгаз}$; $\Delta P = 0,1$ МПа;

D_y – условный проход $G_{хл3}$; $D_y = 200$ мм; P_y – условное давление $G_{хл3}$; $P_y = 4$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{хл3}$; $\Delta P = 0,2$ МПа;

D_y – условный проход $G_{аб}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{аб}$; $P_y = 5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{аб}$; $\Delta P = 0,2$ МПа;

$T_{см. на входе в хол.1} = 30 \pm 1$ °С, $T_{см. на выходе из хол.1} = 60 \pm 1$ °С, $P_{апп} = 4 \pm 0,01$ МПа, $P_{max} = 6$ МПа; $\Delta P_{апп} = 2$ МПа,

$T_{\text{см. на входе в хол.з}} = 20 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T_{\text{см. на выходе из хол.з}} = 50 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T_{\text{апп}} = 110 \dots 250 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$,
 $T_{\text{абгаза}} = 120 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$, $L = 5 \pm 0,1 \text{ м}$, $L_{\text{max}} = 6 \text{ м}$, $\Delta P_{\text{куб.апп}} = 5 \text{ МПа}$.
Обедненная газовая смесь, состав: NH_3 , CO , пары H_2O .

ВАРИАНТ № 11

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

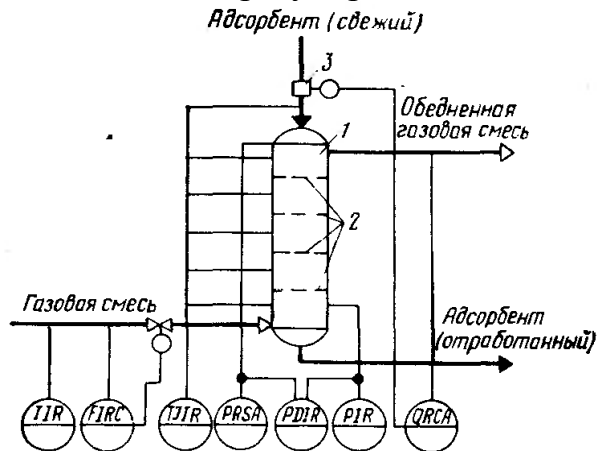


Рисунок А.11 – Схема автоматизации процесса адсорбции

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{Г.см.}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{Г.см.}$; $P_y = 5$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{Г.см.}$; $\Delta P = 0,02$ МПа;
 $T_{Г.см.}$ на входе = 80 ± 1 °С, $T_{адсорбента}$ на входе = 30 ± 1 °С, $T_{апп.} = 50 \dots 180$ °С,
 $T_{Г.см.}$ на выходе = 220 °С, $P_{апп.} = 2 \dots 8$ МПа, $P_{max} = 10$ МПа.
Обедненная газовая смесь, состав: NH_3 , CO_2 , CO , пары H_2O .

ВАРИАНТ № 12

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

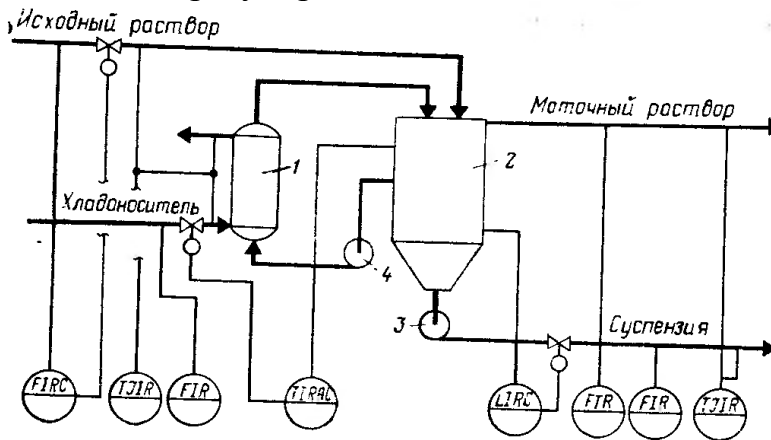


Рисунок А.12 – Схема автоматизации процесса кристаллизации:
1 – холодильник; 2 – кристаллизатор; 3 – насос суспензии; 4 – циркуляционный насос

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{исх.см}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{исх.см}$; $P_y = 0,5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{исх.см}$; $\Delta P = 0,02$ МПа;

D_y – условный проход $G_{хл}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{хл}$; $P_y = 0,6$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{хл}$; $\Delta P = 0,1$ МПа;

D_y – условный проход $G_{мат.раств.}$; $D_y = 200$ мм; P_y – условное давление $G_{мат.раств.}$; $P_y =$

$= 1$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{мат.раств.}$; $\Delta P = 0,2$ МПа;

D_y – условный проход $G_{сусп.}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{сусп.}$; $P_y =$

$= 2$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{сусп.}$; $\Delta P = 0,1$ МПа;

$T_{исх. раств.} = 50$ °С, $T_{хладонос.} = 10$ °С, $T_{вых.холод.} = 20$ °С, $T_{апп.} = 30$ °С, $T_{min} = 5$ °С,

$T_{max} = 40$ °С, $T_{мат. раств.} = 25$ °С, $T_{сусп.} = 15$ °С,

$L = 40,0 \pm 0,2$ м, $\Delta P_{апп.} = 2$ МПа.

ВАРИАНТ № 13

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

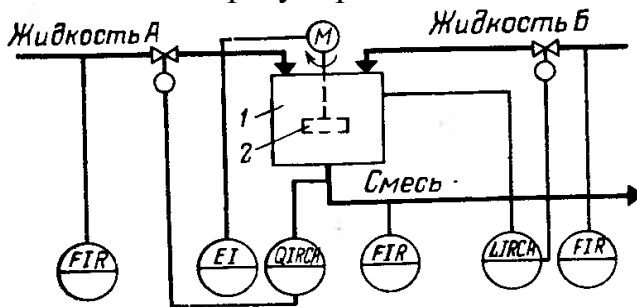


Рисунок А.13 – Схема автоматизации процесса смешения жидкостей:
1 – емкость; 2 – механическая мешалка

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{\text{жид.А}}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{жид.А}}$; $P_y = 1$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{жид.А}}$; $\Delta P = 0,2$ МПа;

D_y – условный проход $G_{\text{жид.Б}}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{жид.Б}}$; $P_y = 1,5$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{жид.Б}}$; $\Delta P = 0,3$ МПа;

D_y – условный проход $G_{\text{см}}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{см}}$; $P_y = 1,8$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{см}}$; $\Delta P = 0,4$ МПа;
 $L = 20,0 \pm 0,1$ м, $\Delta P_{\text{апп.}} = 1$ МПа,
 $pH = 7$, $pH_{\text{min}} = 6,8$.

ВАРИАНТ № 14

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

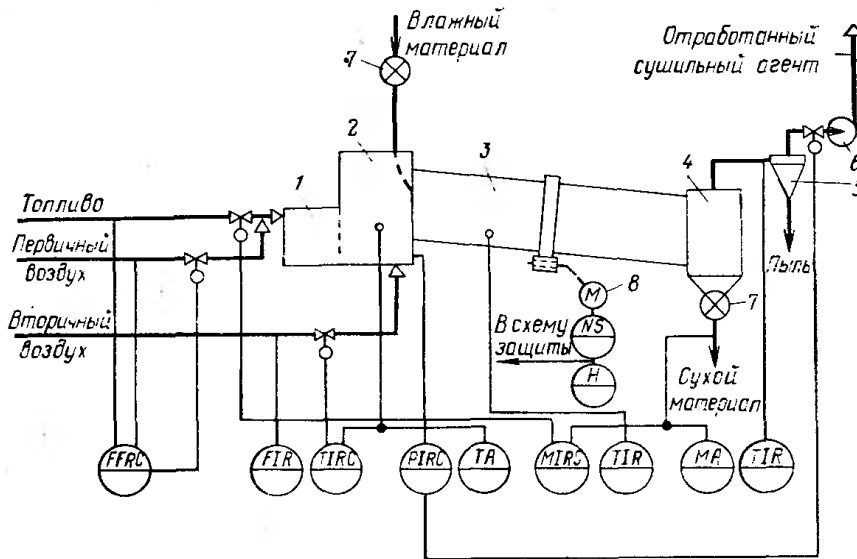


Рисунок А.14 – Схема автоматизации процесса сушки:

1 – топка; 2 – смешивательная камера; 3 – барабан; 4 – бункер; 5 – циклон; 6 – вентилятор; 7 – автоматический дозатор; 8 – электродвигатель барабана

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход G_T ; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление G_T ; $P_y = 0,6$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве G_T ; $\Delta P = 0,5$ МПа;

D_y – условный проход $G_{ПВ}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{ПВ}$; $P_y = 1,1$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{ПВ}$; $\Delta P = 0,2$ МПа;

D_y – условный проход $G_{ВВ}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{ВВ}$; $P_y = 1,5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{ВВ}$; $\Delta P = 0,1$ МПа;

$T_{см.} = 680$ °С, $T_{max} = 750$ °С, $T_{см.к.} = 800$ °С, $T_{бараб.} = 550$ °С, $T_{вых.} = 210$ °С,

$P_{app.} = 3$ МПа.

ВАРИАНТ № 15

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

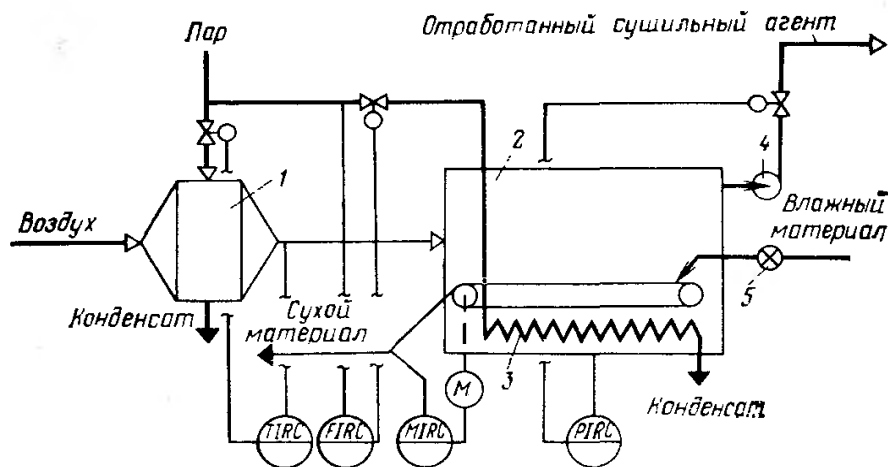


Рисунок А.15 – Схема автоматизации ленточной (конвейерной) сушилки:

1 – калорифер; 2 – сушилка; 3 – дополнительный подогреватель; 4 – вентилятор; 5 – питатель

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход $G_{\text{пар}}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{\text{пар}}$; $P_y = 2$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{\text{пар}}$; $\Delta P = 0,05$ МПа;

$T = 320$ °С, $P_{\text{апп}} = 2 \dots 8$ МПа, $P_{\text{max}} = 10$ МПа.

ВАРИАНТ № 16

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

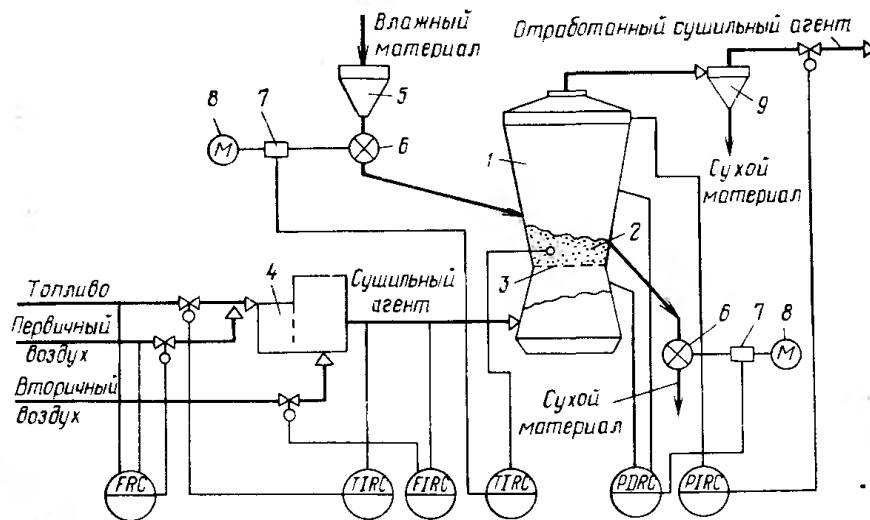


Рисунок А.16 – Схема автоматизации процесса сушки в сушилке с кипящим слоем:

1 – сушилка; 2 – кипящий слой; 3 – решетка; 4 – топка; 5 – промежуточный бункер; 6 – питатели; 7 – вариаторы; 8 – электродвигатели; 9 – циклон

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

D_y – условный проход G_T ; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление G_T ; $P_y = 5$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве G_T ; $\Delta P = 0,5$ МПа;

D_y – условный проход $G_{пв}$; $D_y = 100$ мм; P_y – условное давление $G_{пв}$; $P_y = 1$ МПа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{пв}$; $\Delta P = 0,02$ МПа;

D_y – условный проход $G_{сущ. аг.}$; $D_y = 150$ мм; P_y – условное давление $G_{сущ. аг.}$;

$P_y = 4$ МПа; ΔP – перепад давления на сужающем устройстве $G_{сущ. аг.}$;

$\Delta P = 0,1$ МПа;

$T_{сущ. аг.} = 480$ °С, $T_{max} = 550$ °С, $T_{app.} = 700$ °С, $\Delta P_{app.} = 2$ МПа, $P_{app.} = 5$ МПа.

ВАРИАНТ № 17

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

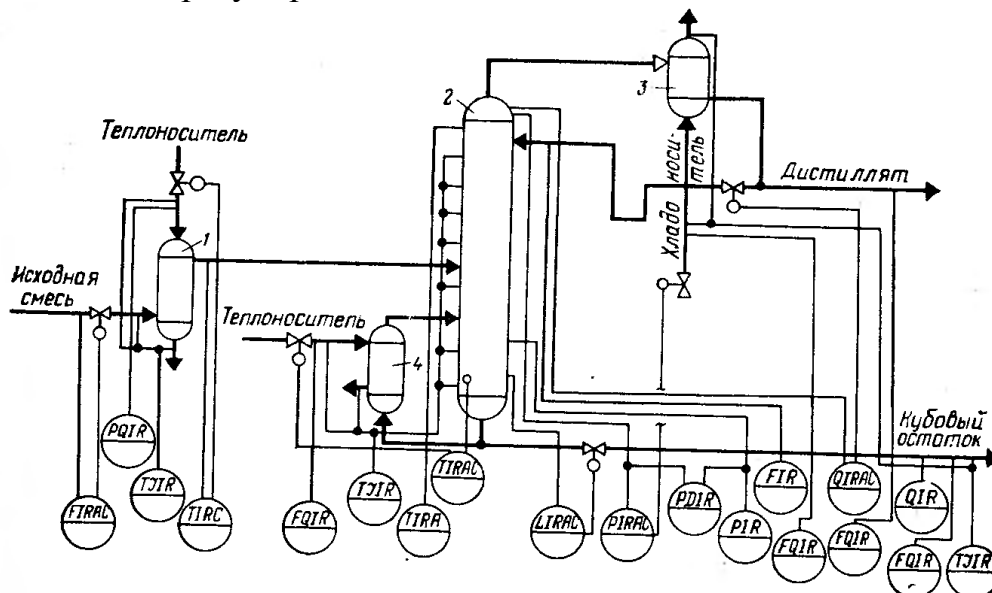


Рисунок А.17 – Схема автоматизации процесса ректификации:

1 – теплообменник исходной смеси; 2 – ректификационная колонна; 3 – дефлегматор; 4 – кипятильник

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве, D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм на линии подачи исходной смеси; $D_y = 100$ мм, $P_y = 10$ МПа, $\Delta P = 1$ МПа,

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве, D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм на линии подачи теплоносителя; $D_y = 100$ мм, $P_y = 5$ МПа, $\Delta P = 0,01$ МПа,

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве, D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм на линии подачи дистиллята; $D_y = 150$ мм, $P_y = 4$ МПа, $\Delta P = 0,3$ МПа,

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве, D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм на линии кубового остатка; $D_y = 100$ мм, $P_y = 2$ МПа, $\Delta P = 0,01$ МПа,

$T_{\text{теплонос.}} = 200 \dots 380$ °С, $T_{\text{апп.}} = 320 \dots 650$ °С, $T_{\text{куб.ост.}} = 120$ °С, $T_{\text{дист.}} = 80$ °С,

$T_{\text{хладонос.}} = 30 \dots 48$ °С, $\Delta P_{\text{апп.}} = 4$ МПа, $P_{\text{апп.}} = 3$ МПа, $P = 2 \dots 8$ МПа,

$L = 20,0 \pm 0,1$ м, $\Delta P_{\text{куб.апп.}} = 1$ МПа.

Газовая смесь, состав: NH_3 , CO , пары H_2O .

ВАРИАНТ № 18

1. Провести анализ аппарата как объекта управления. Классифицировать технологические переменные на входные и выходные, выделить каналы регулирования.

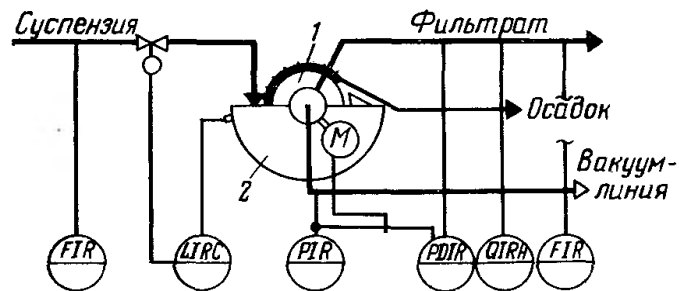


Рисунок А.18 – Схема автоматизации процесса фильтрации жидких систем:

1 – барабан (диск); 2 – ванна

2. Разработать развернутую функциональную схему автоматизации объекта с использованием регулирующего контроллера. Выполнить схему функциональную автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

3. Выбрать и обосновать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров. Составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Исходные данные для выбора средств автоматизации:

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве, D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм на линии подачи суспензии; $D_y = 100$ мм, $P_y = 2,5$ МПа, $\Delta P = 0,01$ МПа,

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве, D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм на линии фильтрата; $D_y = 150$ мм, $P_y = 1,5$ МПа, $\Delta P = 0,2$ МПа,

$\Delta P_{\text{апп.}} = 1,5$ МПа, $P_{\text{вакуум-линии}} = 2,0$ МПа, $T = 20 \dots 50$ °С,

$L = 10,0 \pm 0,1$ м, $\Delta P_{\text{ванна}} = 0,5$ МПа.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень основной литературы:

1. Герасимов А.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами : учебное пособие / Герасимов А.В.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 123 с. — ISBN 978-5-7882-1987-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80244.html> (дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

2. Алексеев М.В. Проектирование автоматизированных систем : учебное пособие / Алексеев М.В., Попов А.П.. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2020. — 156 с. — ISBN 978-5-00032-485-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120381.html> (дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

3. Дятлова Е.П. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами : учебно-методическое пособие / Дятлова Е.П.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 68 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102466.html> (дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102466>.

Перечень дополнительной литературы:

1. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления в TRACE MODE : учебное пособие / Тугов В.В., Сергеев А.И., Шаров Н.С.. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 203 с. — ISBN 978-5-7410-1857-6. — Текст : электронный // IPR SMART :

[сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78819.html> (дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Балюбаш, В. А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами : учебно-методическое пособие / В. А. Балюбаш, В. А. Добряков, В. В. Назарова. — СПб. : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2012. — 26 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65758.html> (дата обращения: 15.10.2019). — Режим доступа: для авторизированных пользователей.

3. Гаврилов, А. Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Часть 1 : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. — 220 с. — ISBN 978-5-00032-042-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47452.html> (дата обращения: 15.10.2019). — Режим доступа: для авторизированных пользователей.

4. Гаврилов, А. Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Часть 2 : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. — 200 с. — ISBN 978-5-00032-044-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47451.html> (дата обращения: 15.10.2019). — Режим доступа: для авторизированных пользователей.

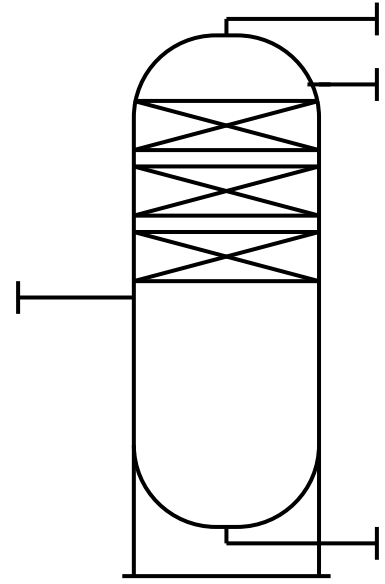
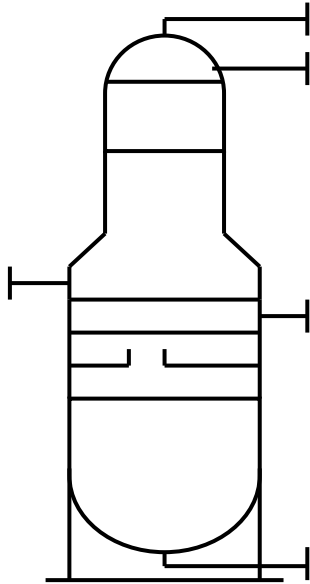
Приложение 1

Технологическая аппаратура и оборудование

Колонны (К-)

тарельчатые

насадочные



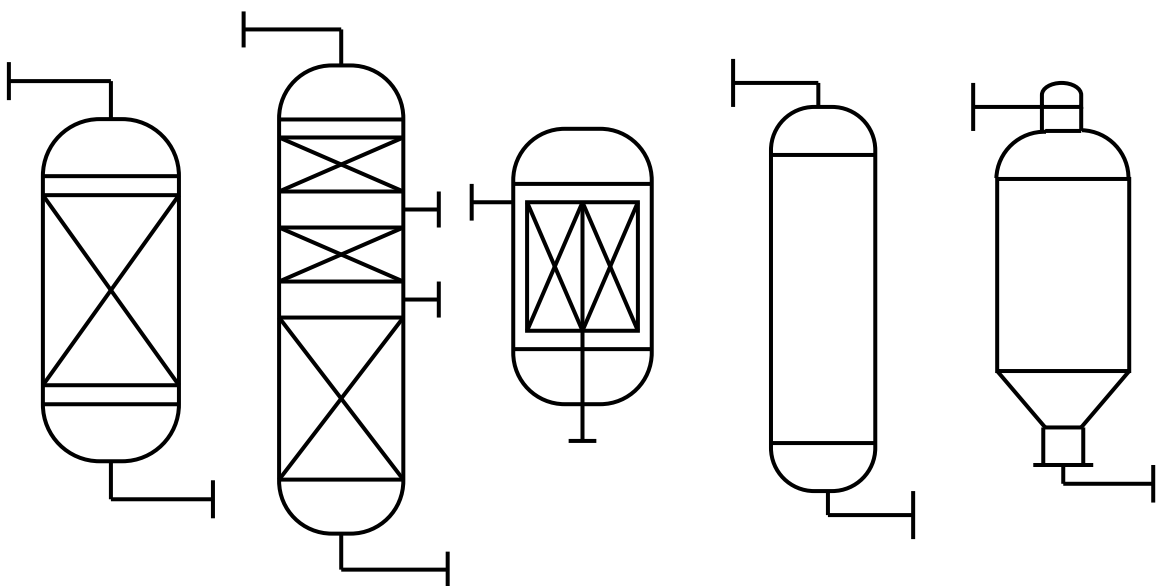
тарелки и насадки допускается не изображать

Реакторы (Р-)

со стационарным катализатором

с движущимся и кипящим слоем катализатора.

слоем катализатора.

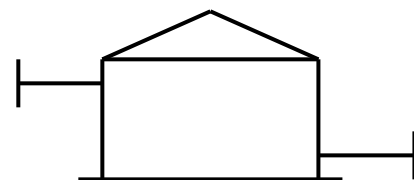
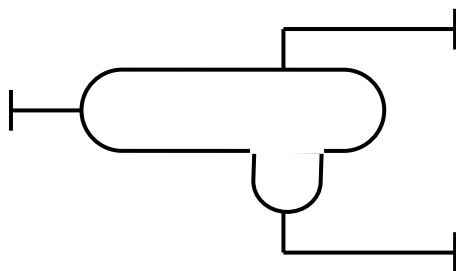
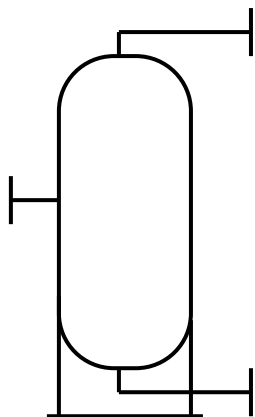


Емкости (Е-)

вертикальные

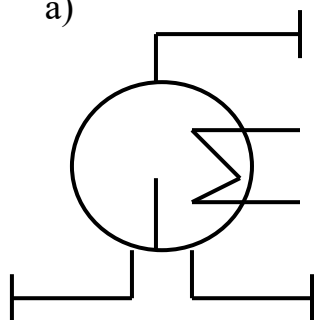
горизонтальные

типа резервуаров

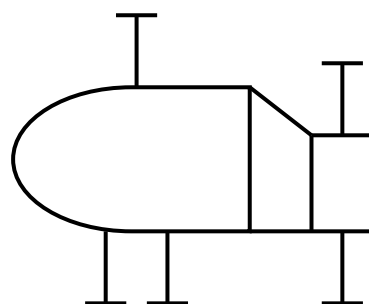


Рибойлеры (Т-)

а)

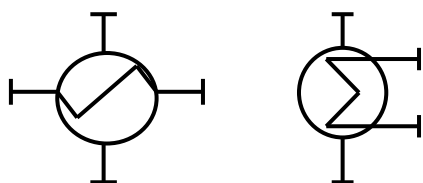


б)

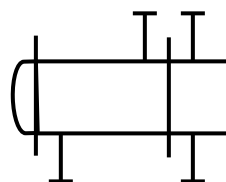


Теплообменники (Т-)

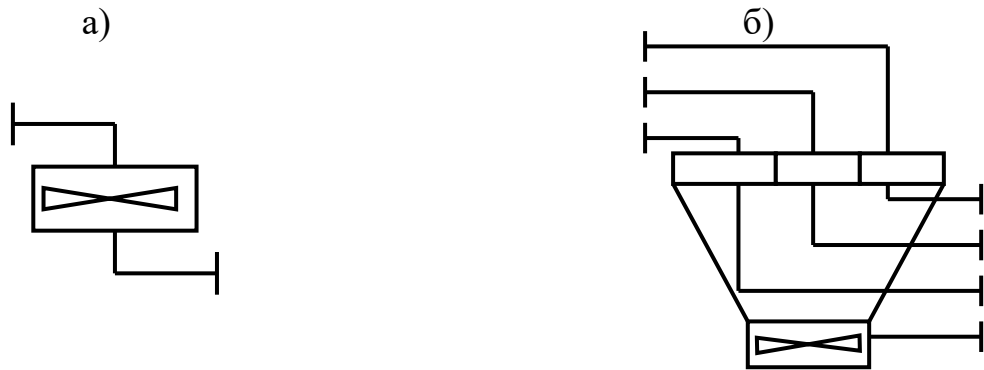
а)



б)



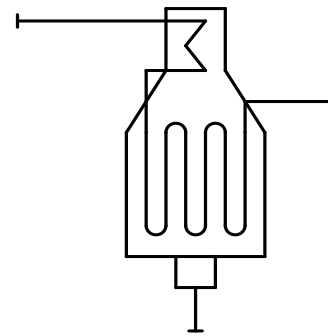
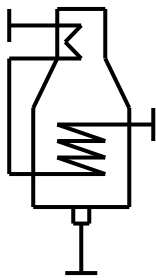
Аппараты воздушного охлаждения (Хв-)



Трубчатые печи (П-)

а) с горизонтальными трубами

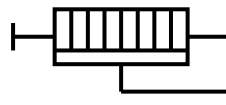
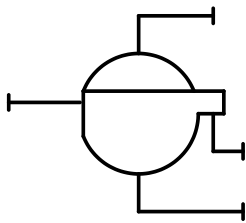
б) с вертикальными радиантными трубами



Фильтры (Ф-)

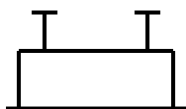
вакуумные и под давлением

рамные и фильтры – насосы

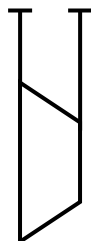


Компрессоры и газодувки (ЦК и ПК-)

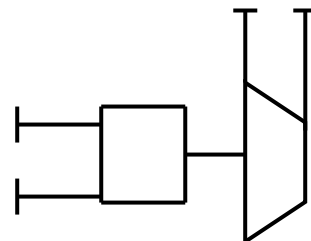
поршневой



центробежный компрессор,
газодувка с
электроприводом

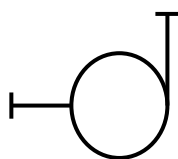


центробежный компрессор,
газодувка с турбоприводом

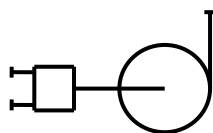


Насосы (Н-)

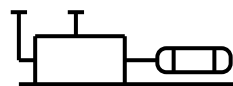
центробежный с
электроприводом



центробежный с
турбоприводом



поршневой с
электроприводом



поршневой с
турбоприводом



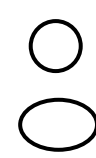
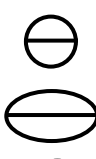
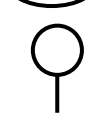

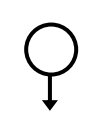






Приложение 2
Буквенные обозначения для групп аппаратов и оборудования

№ п/п	Наименование аппаратов и оборудования	Обозначение
1	Реакторы, коксовые камеры, регенераторы, контакторы и т.п.	Р
2	Трубчатые печи, топки под давлением и т.п.	П
3	Котлы-утилизаторы	КУ
4	Ректификационные колонны, стабилизаторы, абсорберы, десорберы и т.п.	К
5	Адсорберы, очистные башни с глиной, перколяторы, песчаные фильтры и т.п.	Ад
6	Экстракторы, аппараты для выщелачивания и т.п.	Эк
7	Электродегидраторы, электроразделители и т.п.	Эо
8	Сушилки	См
9	Мешалки и смесители	М
10	Емкости буферные, рефлюксные, газгольдеры, эвапораторы, водоотделители, отстойники и т.п.	Е
11	Кристаллизаторы	Кр
12	Теплообменники, кипяильники (рибойлеры), воздухоподогреватели, калориферы, теплообменники смешения и т.п.	Т
13	Электроподогреватели, электрокипяильники и т.п.	Эт
14	Холодильники, конденсаторы кожухотрубчатые, барометрические и смешения	Х
15	Аппараты воздушного охлаждения, конденсаторы, холодильники	Хв
16	Фильтры дисковые и барабанные, фильтр-прессы, рамные гидроциклоны, временные фильтры, маслоотделители	Ф
17	Циклоны, магнитные сепараторы, скрубберы, мокрые пылеуловители и т.п.	П
18	Электрофильтры	Эф
19	Грохота, ситы	Гр
20	Дробилки, мельницы, бегуны, размольные машины и т.п.	Др
21	Грануляторы, экструдеры, валковые смесители и т.п.	Г
22	Транспортеры, элеваторы, шнеки и т.п.	Тр
23	Эжекторы	Эж
24	Инжекторы	Иж
25	Центрифуги, центробежные сепараторы и т. п.	Цф

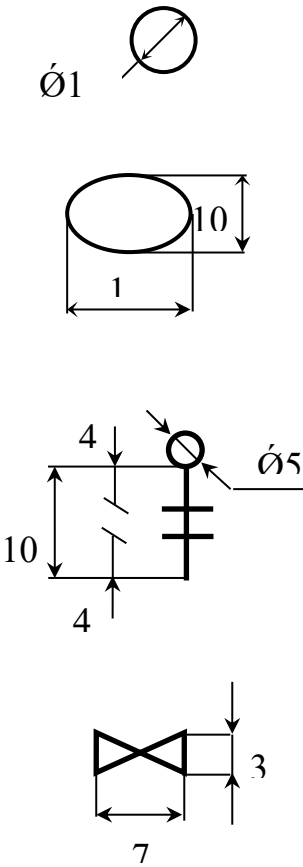
Продолжение приложения 2

№ п/п	Наименование аппаратов и оборудования	Обозначение
26	Факельное устройство	Фу
27	Воздуходувки, вентиляторы, дымососы	В
28	Насосы поршневые, центробежные, вакуумные и т.п.	Н
29	Компрессоры центробежные. Газодувки	ЦК
30	Компрессоры поршневые	ПК

Приложение 3
Графические условные обозначения по ГОСТ 21.404-85

Наименование	Обозначение
<p>1. Первичный измерительный преобразователь, датчик, прибор, устанавливаемый по месту</p> <p>а) основное обозначение</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	
<p>2. Прибор, устанавливаемый на щите, пульте</p> <p>а) основное обозначение</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	
<p>3. Исполнительный механизм, общее назначение</p>	
<p>4. Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p>	
<p>5. Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p>	
<p>6. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении.</p>	
<p>7. Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом</p>	
<p>8. Регулирующий орган</p>	
<p>9. Линия связи</p>	
<p>10. Пересечение линий связи без соединения друг с другом</p>	
<p>11. Пересечение линий связи с соединением между собой</p>	

Размеры графических условных обозначений по ГОСТ 21.404-85

Наименование	Обозначение
<p>Первичный измерительный преобразователь датчик, прибор контролирующей, регулирующий</p> <p>а) базовое обозначение</p> <p>б) допустимое обозначение</p> <p>Исполнительный механизм</p> <p>Регулирующий орган</p>	 <p>The table contains four technical drawings of symbols for a primary measuring converter. The first drawing is a circle with a diagonal line and the label Ø1. The second drawing is an oval with a horizontal dimension of 1 and a vertical dimension of 10. The third drawing is a square with side length 4, containing a vertical line with a horizontal bar at the top, and a circle with a diagonal line at the top right, labeled Ø5. The fourth drawing is a trapezoidal shape with a horizontal dimension of 7 and a vertical dimension of 3.</p>

Приложение 4
Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85

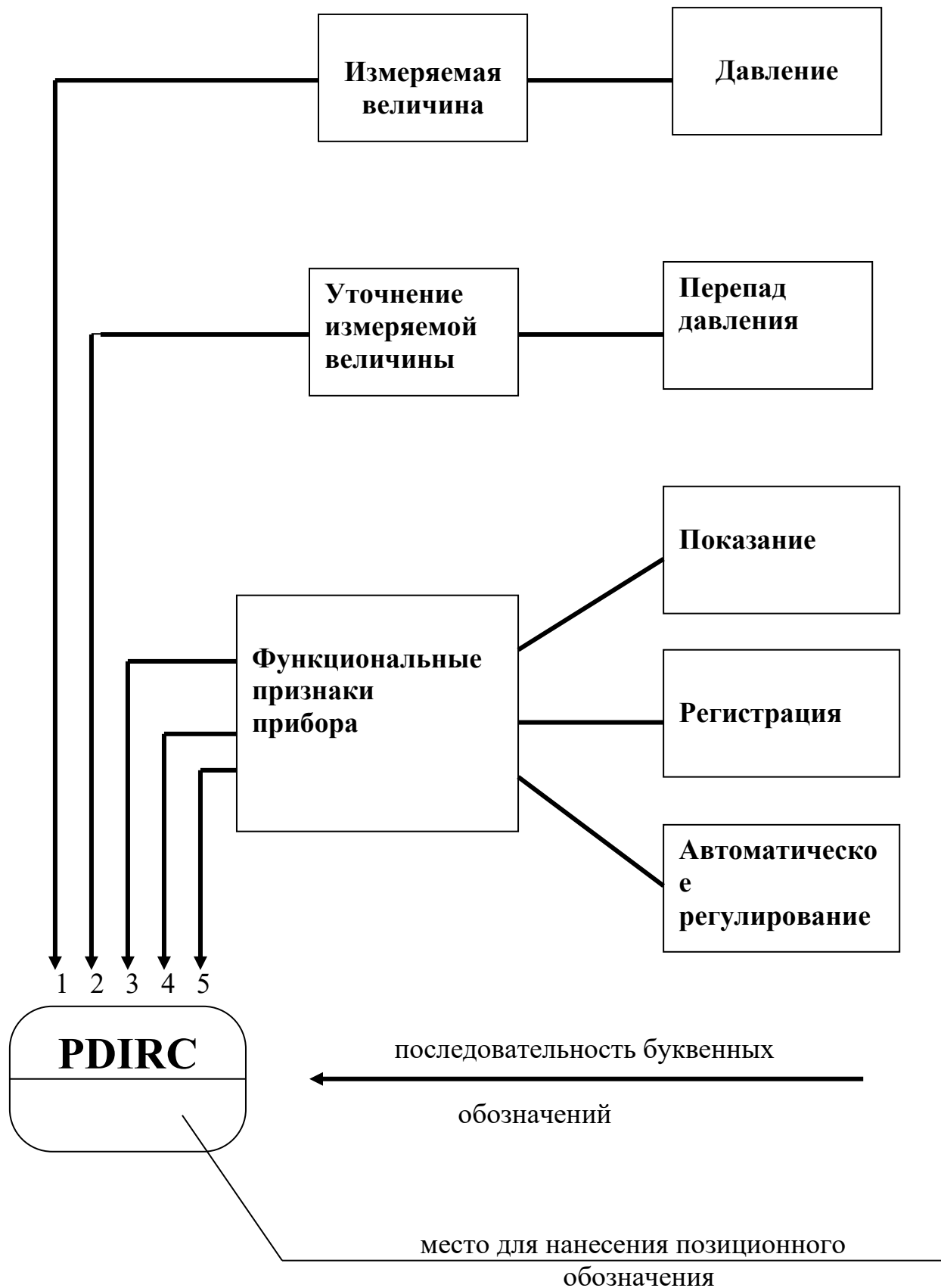
Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
А	+	-	Сигнализация	-	-
В	+	-	-	-	-
С	+	-	-	Регулирование, управление	-
Д	Плотность	Разность, перепад	-	-	-
Е	Любая электрическая величина	-	+	-	-
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-	-
G	Размер, положение, перемещение	-	+	-	-
Н	Ручное воздействие	-	-	-	Верхний перепад измеряемой величины
И	+	-	Показание	-	-
Ж	+	Автоматическое переключение, обегание	-	-	-
К	Время, временная программа	-	-	+	-
Л	Уровень	-	-	-	-
М	Влажность	-	-	-	-
Н	+	-	-	-	-
О	+	-	-	-	-
Р	Давление, вакуум	-	-	-	-

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
Q	Величина характеризующая качество, состав и т.д.	Интегрирование, суммирование по времени	-	+	-
R	Радиоактивность	-	Регистрация	-	-
S	Скорость, частота	-	-	Включение, отключение, блокировка, переключение	-
T	Температура	-	-	+	-
U	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-	-
V	Вязкость	-	+	-	-
W	Масса	-	-	-	-
X	Не рекомендуемая резервная буква	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	-
Z	-	-	-	+	-

Примечание: Буквенные обозначения отмеченные знаком «+», являются резервными, а отмеченные знаком «-» не используются.

Приложение 5

Пример построения условного обозначения прибора по ГОСТ 21.404-85



Приложение 6

Основные буквенные обозначения измеряемых величин

Обозначение	Измеряемая величина	Обозначение	Измеряемая величина
D	Плотность	P	Давление, вакуум
E	Любая электрическая величина	Q	Состав, концентрация
F	Расход	R	Радиоактивность
G	Размер, положение, перемещение	S	Скорость, частота
H	Ручное воздействие	T	Температура
K	Время, временная диаграмма	U	Несколько разнородных величин
L	Уровень	V	Вязкость
M	Влажность	W	Масса

Основные буквенные обозначения, уточняющие измеряемые величины

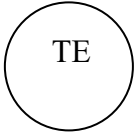
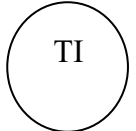
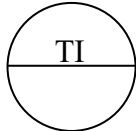
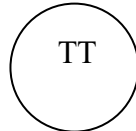
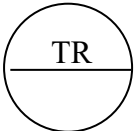
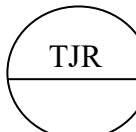
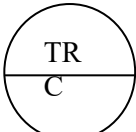
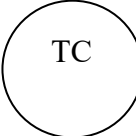
Обозначение	Измеряемая величина	Обозначение	Измеряемая величина
D	Разность, перепад	J	Автоматическое переключение, обегание
F	Соотношение, доля, дробь	Q	Интегрирование, суммирование во времени

Основные буквенные обозначения выполняемых прибором функций

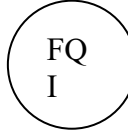
Обозначение	Измеряемая величина	Обозначение	Измеряемая величина
A	Сигнализация	C	Регулирование, управление
I	Показание	S	Включение, отключение, переключение
R	Регистрация		

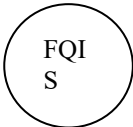
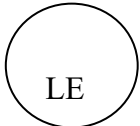
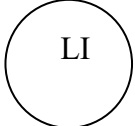

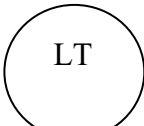
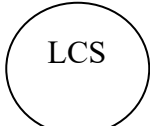
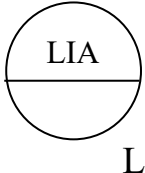
Приложение 7

Примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404-85

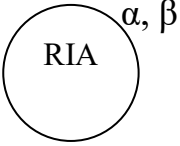
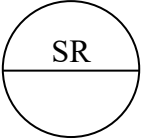
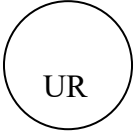
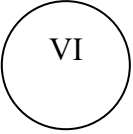

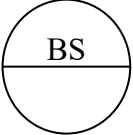
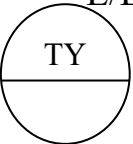
<p>1. Первичный измерительный преобразователь, чувствительный элемент для измерения температуры, установленный по месту (термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.п.).</p>	
<p>2. Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту. Например: термометр ртутный, термометр манометрический и т.д.</p>	
<p>3. Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.).</p>	
<p>4. Прибор для измерения температуры бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо - или электропередачей).</p>	
<p>5. Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр, мост автоматический и т.п.).</p>	
<p>6. Прибор для измерения температуры с автоматическим обегаящим устройством, регулирующий, установленный на щите. Например: многоточечный самопишущий потенциометр, мост автоматический и т.д.</p>	
<p>7. Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например: любой самопишущий регулятор температуры (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.).</p>	
<p>8. Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту (например, дилатометрический регулятор температуры).</p>	

<p>9. Комплект для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленной на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»).</p>	
<p>10. Прибор для измерения температуры бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное).</p>	
<p>11. Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите.</p>	
<p>12. Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите.</p>	
<p>13. Прибор для измерения давления разрежения бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр, бесшкальный с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>14. Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. Например: дифманометр показывающий.</p>	
<p>15. Прибор для измерения давления разрежения бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр, бесшкальный с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>16. Прибор для измерения давления разрежения регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления).</p>	

<p>17. Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления).</p>	
<p>18. Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т.п.).</p>	
<p>19. Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия «до себя»).</p>	
<p>20. Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту. Например: диафрагма, сопло, труба Вентуры, датчик индукционного расходомера и т.п.</p>	
<p>21. Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>22. Прибор для измерения соотношения расходов регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов).</p>	
<p>23. Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту, например, дифманометр или ротаметр показывающий.</p>	
<p>24. Прибор для измерения расхода интегрирующий, установленный по месту. Например: любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегралом.</p>	
<p>25. Прибор для измерения расхода показывающий, интегрирующий, установленный по месту. Например: показывающий дифманометр с интегратором.</p>	

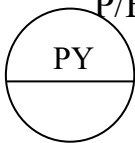
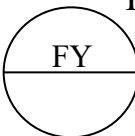
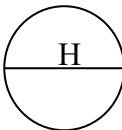
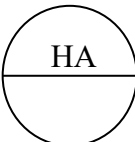
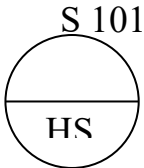
<p>26. Прибор для измерения расхода интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (например, счетчик-дозатор).</p>	
<p>27. Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера).</p>	
<p>28. Прибор для измерения уровня показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня).</p>	
<p>29. Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле уровня.</p>	
<p>30. Прибор для измерения уровня бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>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.</p>	
<p>32. Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор сигнальным устройством). Буквы Н и L означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней.</p>	

<p>33.Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотномера с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>34.Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту.</p>	
<p>35.Прибор для измерения любой электрической величины показывающий, установленный по месту. Например: напряжение.</p>	
<p>36.Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (например, командный электропневматический прибор КЭП, многоцепное реле времени и т.п.).</p>	
<p>37.Прибор для измерения влажности регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера).</p>	
<p>38.Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра).</p>	
<p>39.Прибор для измерения качества продукта показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах).</p>	
<p>40.Прибор для измерения качества продукта регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе).</p>	

<p>41. Прибор для измерения радиоактивности показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, прибор для показаний и сигнализации предельно допустимых концентраций α - и β - лучей).</p>	
<p>42. Прибор для измерения частоты вращения привода регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора).</p>	
<p>43. 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.</p>	<p style="text-align: center;">$U=f(F,P)$</p> 
<p>44. Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий).</p>	
<p>45. Прибор для измерения массы продукта показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно - тензометрическое или сигнализирующее).</p>	
<p>46. 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.</p>	
<p>47. Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический; например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования ТЭДС термометра</p>	<p style="text-align: right;">E/E</p> 

термоэлектрического в сигнал постоянного тока).	
-------------------------------------------------	--

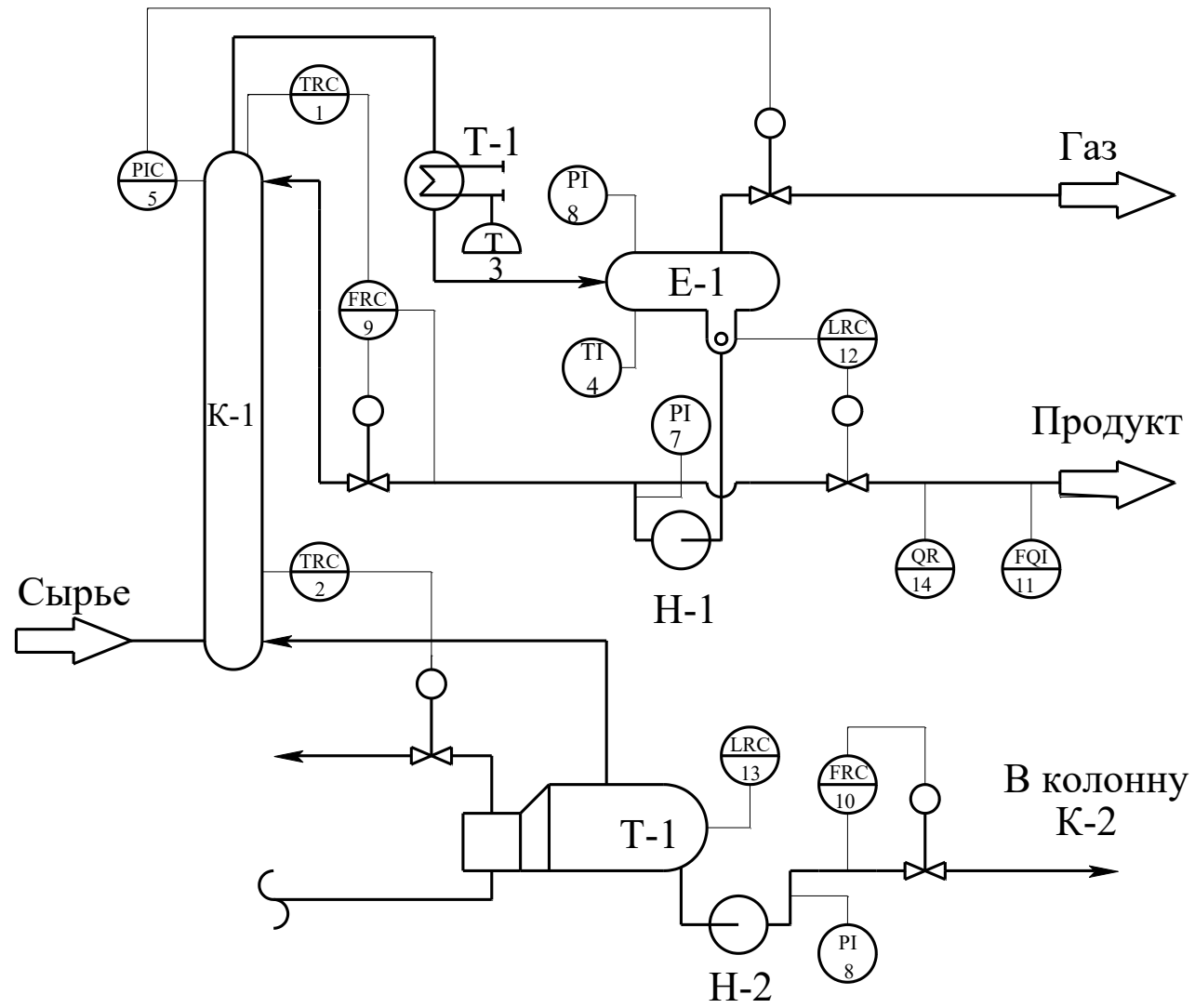
Продолжение приложения 7

48.Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал пневматический, выходной – электрический).	
49.Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения. Например: множитель на постоянный коэффициент К.	
50.Пусковая аппаратура управления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т.п.). Применение резервной буквы N должно быть оговорено на поле схемы.	
51.Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, установленная на щите (кнопка, ключ управления, задатчик и т.п.).	
52.Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т.п.).	
53.Ключ управления, предназначенный для выбора управления, установленный на щите (пример приведен для иллюстрации случая, когда позиционное обозначение велико и поэтому выносится вне окружности).	

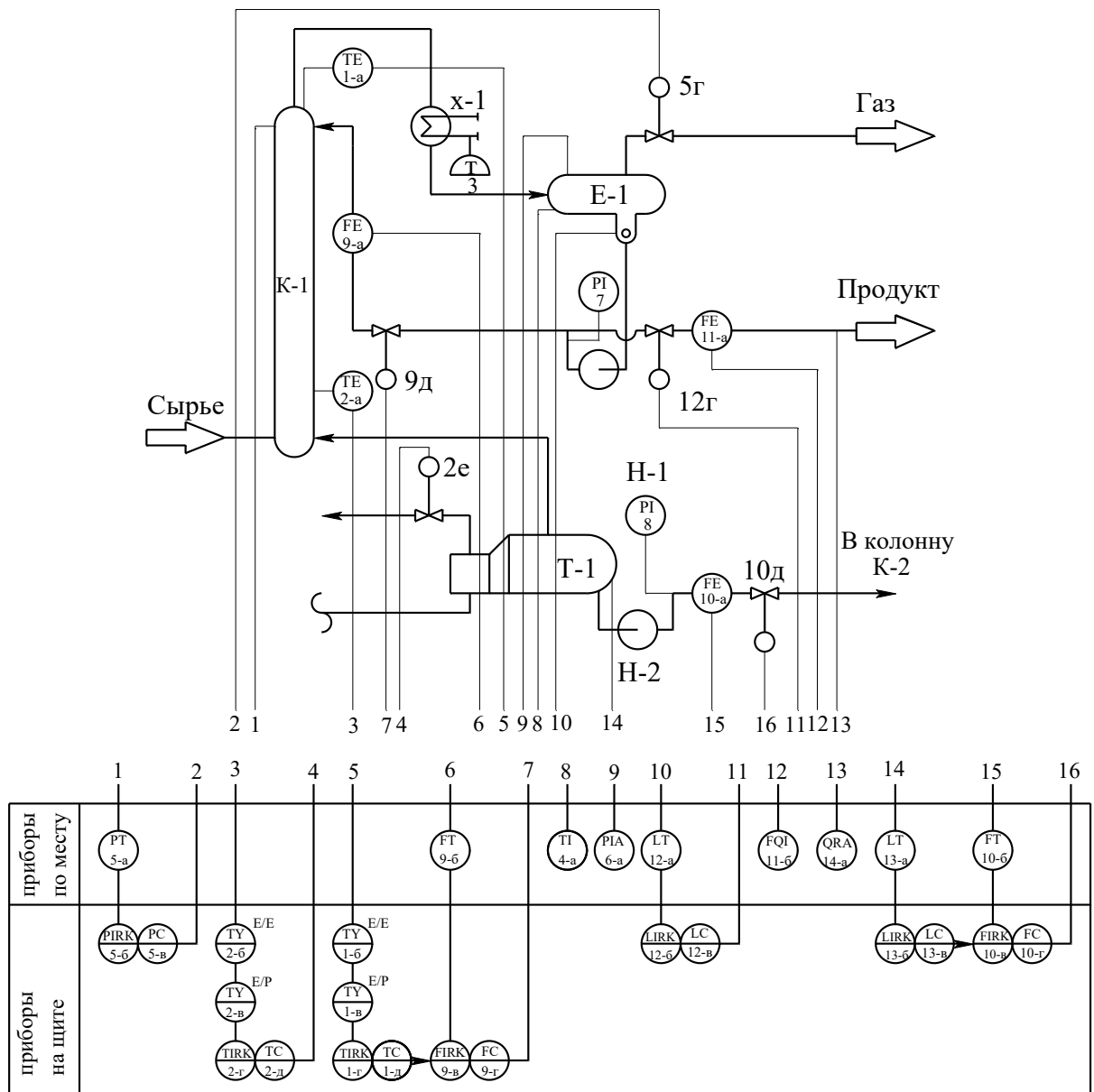
Приложение 8
**Дополнительные буквенные условные обозначения
 функциональных признаков приборов по ГОСТ 21.404-85**

Наименование	Обозначение	
Первичное преобразование. Чувствительный элемент	E	
Промежуточное преобразование. Дистанционная передача	T	
Станция управления	K	
Преобразование, вычислительные функции	Y	
Род энергии сигнала:	электрический	E
	пневматический	P
	гидравлический	G
Виды форм сигнала:	аналоговый	A
	дискретный	D
Операции, выполняемые вычислительным устройством: суммирование; умножение величины сигнала на постоянный коэффициент K; перемножение величин двух и более сигналов; деление величин сигналов друг на друга; возведение величины сигнала f в степень; извлечение из величины сигнала f корня степени n; логарифмирование; дифференцирование; интегрирование; изменение знака сигнала; ограничение верхнего значения сигнала; ограничение нижнего значения сигнала.	Σ	
	K	
	×	
	:	
	f^n	
	$\sqrt[n]{f}$	
	Lg	
	dx / dt	
	∫	
	X(-1)	
	max	
	min	
	Связь с вычислительным комплексом: передача сигнала на ЭВМ; вывод информации с ЭВМ.	B _i
B _o		

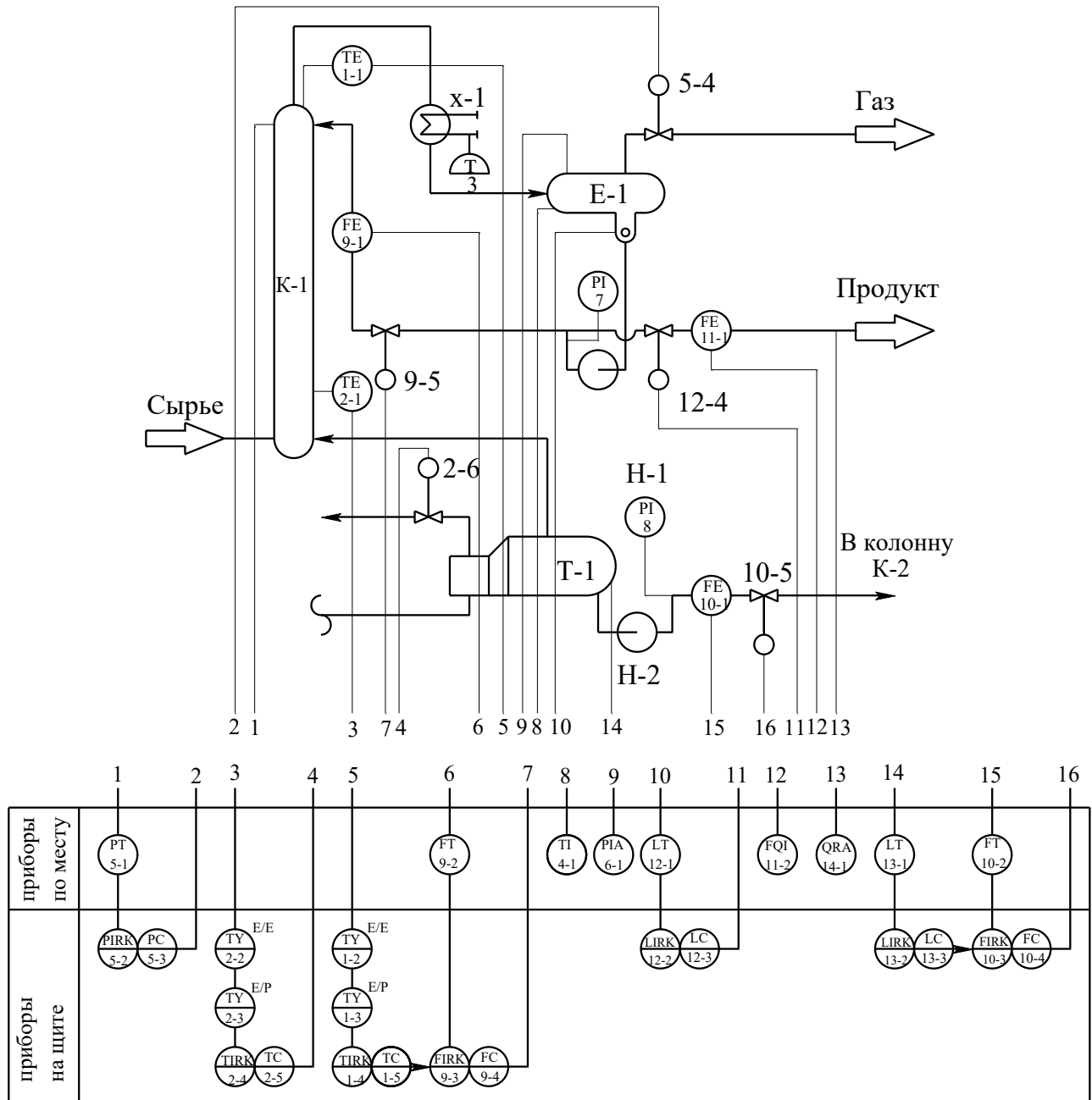
Приложение 9
Схема автоматизации (упрощенная)



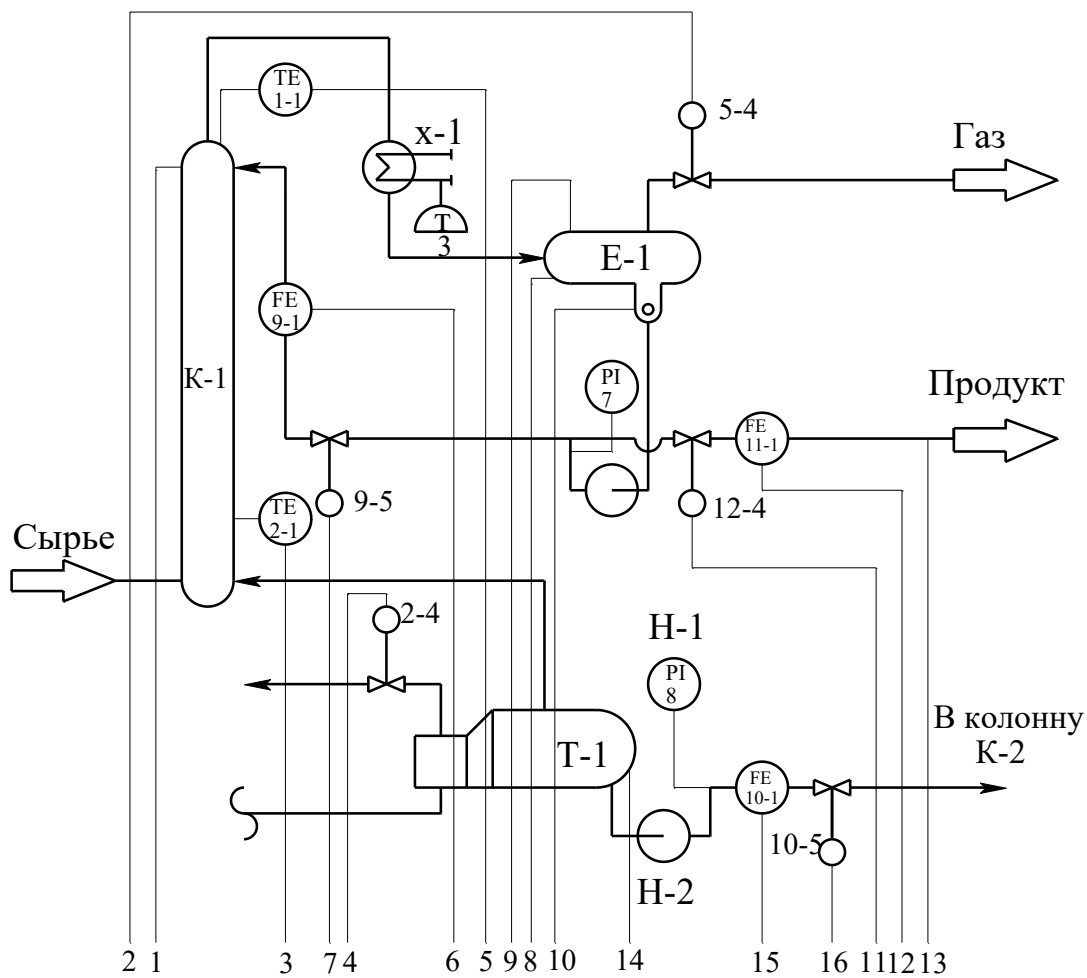
Приложение 10 Схема автоматизации (развернутая)



Приложение 11
Схема автоматизации (развернутая)

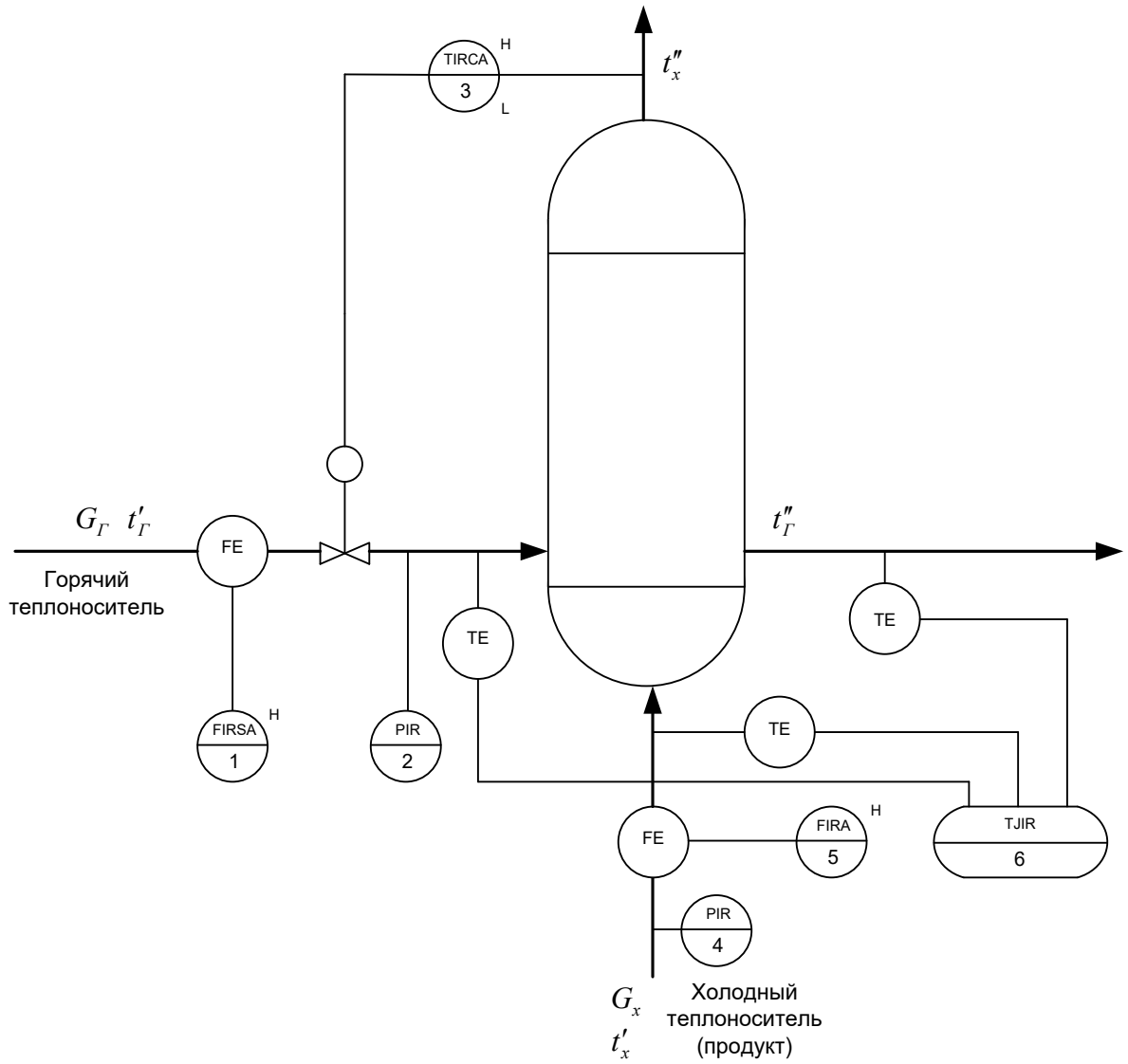


Приложение 12
Схема автоматизации (развернутая)

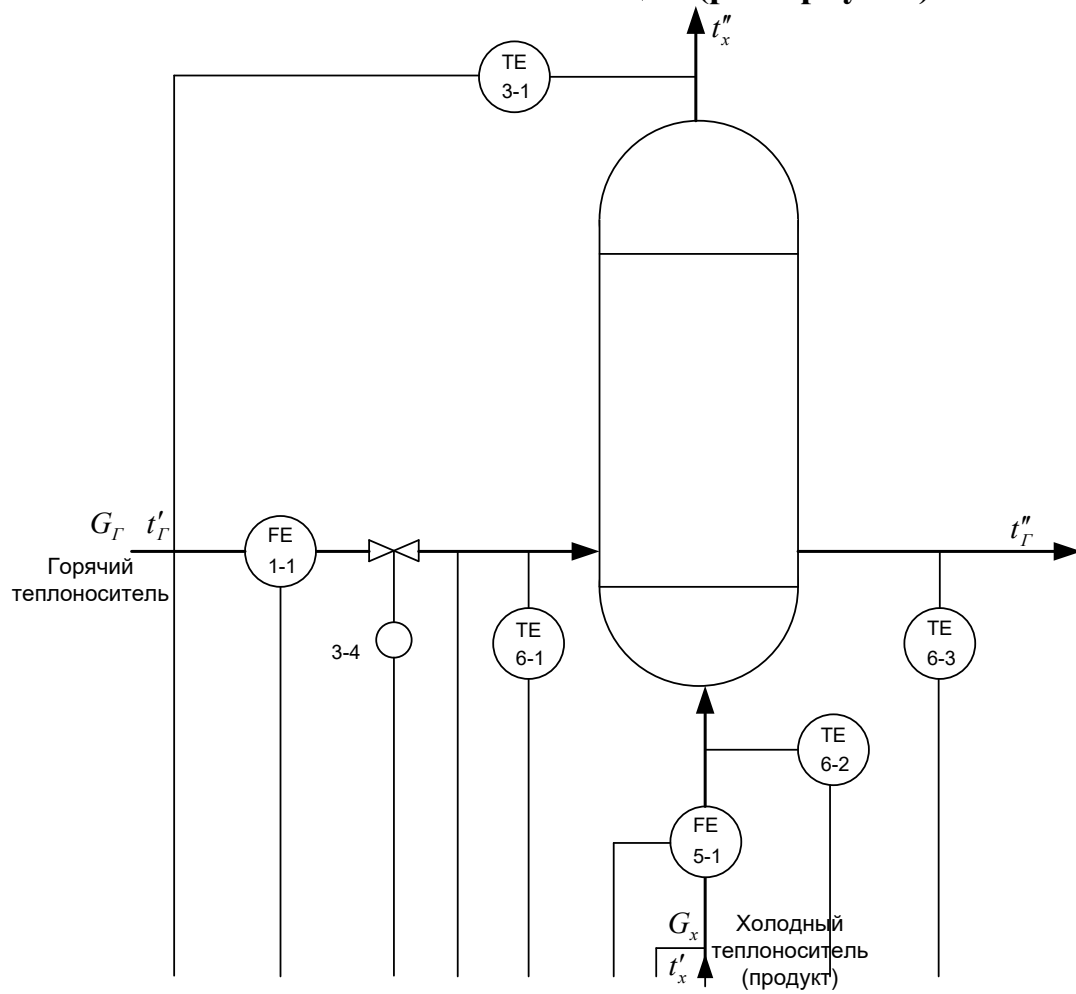


		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
МПК	приборы по месту	PT 5-1					FT 9-2		TI 4-1	PIA 6-1	LT 12-1		FQI 11-2	QRA 14-1	LT 13-1	FT 10-2	
	щит преобразователей	PY 5-2 I/I	PY 5-3 I/P	TY 2-2 E/E	TY 2-3 E/P	TY 1-2 E/E	FY 9-3 I/I	FY 9-4 I/P			LY 12-1 I/I	LY 12-3 I/P			LY 13-2 I/I	FY 10-3 I/I	FY 10-4 I/P
	I	●		●		●	●				●	●			●	●	
	R	●		●		●	●				●	●			●	●	
	C	●		●		●	●				●	●			●	●	
	S	●		●		●	●				●	●			●	●	
	A																
	H																

Приложение 13
Схема автоматизации (упрощенная)



Приложение 14 Схема автоматизации (развернутая)



	2	1	3	4	5	8	9	6	7
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приборы по месту	FT 1-2			PT 2-1				FT 5-2	PT 4-1
Щит преобразователей	FY 1-3 E/E	TY 3-2 E/E	TY 3-3 E/P	PY 2-2 E/E	TY 6-4 E/E			FY 5-3 E/E	PY 4-2 E/E
МПК	I	•	•	•	•	•	•	•	•
	R	•	•	•	•	•	•	•	•
	C	•	•	•	•	•	•	•	•
	S	•	•	•	•	•	•	•	•
	A	•	•	•	•	•	•	•	•
	H	•	•	•	•	•	•	•	•

Приложение 16

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
		1-1	ДК6-150 ГОСТ 26969-86	Диафрагма камерная	2	
		5-1				
		1-2	Сапфир-22М-ДД	Преобразователь разности	2	
		5-2	ТУ 25-2472.0049-89	давлений		
			модель 2430			
		1-3	БПС-90К ТУ25-7439.0016-90	Блок преобразования сигналов,	2	
		5-3		искрозащиты и питания		
		2-1	Сапфир-22М-ДИ	Преобразователь избыточного	2	
		4-1	ТУ 25-2472.0049-89	давления		
			модель 2150			
		2-2	БПС-90П ТУ25-7439.0016-90	Блок преобразования сигналов,	2	
		4-2		искрозащиты и питания		
		3-1	ТСМ-0193-01,	Термопреобразователь	1	
			ТУ 311-00226253.035-93	сопротивления медный		
		3-2	НПТ-2, ТУ 4227-028-10474265-98	Преобразователь	1	
			42 2710 модель НПТ-2.1	температуры нормирующий		
		3-3	ЭПП-1	Преобразователь	1	
				электропневматический		
		3-4	25с48нж	Клапан регулирующий	1	
		6-3				
		6-4	Ш9327, ТУ4227-005-12296299-95	Преобразователь	1	
				температуры нормирующий		
КП – НТИ СКФУ – ИСЭА – *** – 14						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		
Разработ.	Иванов И. И.				Литера	Лист
Проверил	Лубенцов В.Ф.				У	1
Н. контр.					Листов	
Утв.	Болдырев Д.В				1	
Проектирование системы автоматизации процесса синтеза в производстве карбамида					НТИ СКФУ, гр. Н-АТП-мо-13-1	

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Методические указания к выполнению курсового проекта
для направления подготовки

15.04.05 — Автоматизация технологических процессов и производств

Невинномысск, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	6
Цели и задачи дисциплины	
Требования к уровню освоения дисциплины	
Раздел 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	7
1.1 Цель и задачи курсового проекта	7
1.2 Формулировка задания и его объем	
Раздел 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	4
2.1 Основное содержание курсового проекта	12
2.2 Общие требования к курсовому проекту	20
Раздел 3. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	26
3.1 Введение	33
3.2 Описание технологического процесса	41
3.3 Разработка схемы автоматизации	
3.3.1 Общие положения	
3.3.2 Условные обозначения технологической аппаратуры и трубопроводов	
3.3.3 Условные обозначения приборов, средств автоматизации и линии связи	
3.3.3.1 Графические условные обозначения	
3.3.3.2 Условные буквенные обозначения	
3.3.3.3 Правила построения условных обозначений	
3.3.3.4 Правила выполнения функциональных схем систем автоматизации	
3.4 Выбор и обоснование средств автоматизации	
3.5 Содержание записки по расчетной части	
Раздел 4. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА К ЗАЩИТЕ	
Раздел 5. ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	
Приложение 1. Титульный лист	

Приложение 2. Задание на проектирование	47
Приложение 3. Задание на проектирование	47
Приложение 4.	
Приложение 5.	
Приложение 6.	
Приложение 7.	
Приложение 8.	
Приложение 9.	
Приложение 10.	
Приложение 11.	
Приложение 12.	
Приложение 13.	
Приложение 14.	
Приложение 15.	
Приложение 16.	
Приложение 17.	
Приложение 18.	
Приложение 19.	
Приложение 20.	

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие по дисциплине «Проектирование систем автоматизации» разработано с учетом требований ФГОС ВПО для подготовки магистров направления 15.04.04 (220700.68) – Автоматизация технологических процессов и производств.

Настоящее пособие содержит требования к оформлению курсового проекта, включая буквенные обозначения для групп аппаратов и оборудования, графические и буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85, основные буквенные обозначения измеряемых величин, дополнительные буквенные условные обозначения функциональных признаков приборов по ГОСТ 21.404-85, примеры составления схем автоматизации и спецификации к средствам автоматизации.

Оно способствует лучшему усвоению студентами теоретических положений курса и обеспечивает приобретение навыков разработки схем автоматизации и выбора современных технических средств автоматизации.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Проектирование систем автоматизации» ставит своей целью формирование набора профессиональных компетенций будущего магистра по направлению подготовки 15.04.04 (220700.68) Автоматизация технологических процессов и производств.

Главными задачами дисциплины являются: ознакомление студентов со схемами автоматизации типовых технологических процессов и производств; приобретение практических навыков проектирования локальных АСР; изучение состава, основных функций и видов обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать современное состояние и тенденции развития автоматизации технологических процессов и производств; принципы организации и архитектуру автоматических и автоматизированных систем контроля и управления для технологических процессов и производств; методы и средства разработки математического, лингвистического, информационного обеспечения систем автоматизации и управления;

- уметь использовать принципы, методы и способы выбора и конфигурирования технических и программных средств при создании систем автоматизации и управления;

- владеть современными методами автоматизации технологических процессов и производств, разработки систем автоматизации и управления с использованием компьютерной техники; методами рационального выбора средств технологического оснащения, автоматизации технологических процессов и производств; методами математического моделирования при разработке и совершенствовании программно-технических средств и систем автоматизации технологических процессов и производств.

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по дисциплине «Проектирование систем автоматизации» является одним из этапов подготовки студентов к выполнению выпускной квалификационной работы и самостоятельной работе будущего бакалавра.

При работе над курсовым проектом студент систематизирует и закрепляет знания, полученные в процессе изучения дисциплин «Проблемы современной теории управления», «Автоматизация технологических процессов и производств» и других и приобретает навыки самостоятельной работы.

1.1 Цель и задачи курсового проекта

В курсовом проекте студент должен:

- отобразить состояние автоматизации данного технологического процесса, установки и производства;
- разработать функциональную схему автоматизации данного технологического процесса с применением современных технических средств АСУ ТП;
- применить современные методы анализа и синтеза АСР, современные средства автоматизации;
- показать умение обосновать применяемые решения расчетами, вычислительными экспериментами и другими средствами;
- использовать компьютерные технологии и современные прикладные пакеты программы.

Проект должен базироваться на знаниях, полученных во время учебных занятий, а также из учебно-методической и научно-технической литературы.

1.2 Формулировка задания и его объем

Одним из важных компонентов в системе постановки курсового проекта является правильное определение тематики.

Тематика курсовых проектов определяется руководителем из числа наиболее актуальных в теоретическом и практическом плане задач автоматизации технологических процессов и производств. В темах должна учитываться возможность применения современных и перспективных направлений автоматизации. Темы курсового проекта могут формироваться с учетом пожеланий руководства предприятий и студентов. Темами могут быть, например, автоматизация или усовершенствование системы автоматизации конкретного технологического объекта управления.

Темы курсовых проектов утверждаются на заседании кафедры, ведущей дисциплины, по которым учебными планами предусмотрены курсовые проекты, не позднее 2-х недель после начала семестра. Выписка из протокола заседания кафедры передается в дирекцию института, где формируется распоряжение об утверждении тем курсовых проектов. В течение 10 дней после выхода распоряжения об утверждении тем курсовых проектов специалист по учебно-методической работе дирекции вносит названия тем в автоматизированную базу университета.

Основные содержательные и процессуальные аспекты, необходимые для выполнения проекта, оформляются кафедрой в заданиях по курсовому проектированию (*Приложение 2*). Задание является основанием для выполнения курсового проекта. В задании формулируется тема, даются исходные данные, перечень, содержание и состав подлежащих разработке вопросов, объем отчетной документации и установленные сроки выполнения проекта.

Задание выдается студенту руководителем на бланке установленной формы (*Приложение 2*). Оформляется подписями руководителя проекта, заведующего кафедрой и студента.

РАЗДЕЛ 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1 Основное содержание курсового проекта

Курсовой проект должен быть выполнен в объеме достаточном для раскрытия поставленных в задании на проектирование вопросов и включать следующие текстовые и графические документы:

- расчетно-пояснительная записка объемом 40 – 50 страниц;
- чертежи – два листа формата А1.

В расчетно-пояснительную записку курсовой работы входят:

- титульный лист (*Приложение 1*);
- задание на проектирование (*Приложение 2*);
- содержание;
- введение;
- подлежащие разработке вопросы расчетно-пояснительной записки;
- заключение;
- список использованных источников.

При использовании микропроцессорных контроллеров для контроля, регулирования и оперативного управления технологическим процессом перечень разделов может быть следующим:

- введение;
- описание технологического процесса;
- разработка функциональной схемы автоматизации;
- выбор и обоснование средств автоматизации;
- функциональная и структурная схемы информационных каналов;
- расчет параметров настройки цифрового регулятора АСР;
- заключение;
- список использованных источников.

Во **введении** на основе литературных данных кратко поясняется необходимость широкого внедрения в промышленность автоматизированных систем управления технологическими процессами – АСУ ТП и обосновывается актуальность тематики курсового проекта.

Расчетно-пояснительная записка должна иллюстрироваться рисунками, графиками, включать распечатки с ЭВМ и содержать перечисленные выше основные разделы. Состав и наименование разделов могут быть изменены и дополнены по согласованию с руководителем проектирования.

В **заключении** делаются выводы о проделанной работе, их соответствии заданию на курсовое проектирование.

Список использованных источников должен содержать библиографическое описание использованных источников, его помещают после «**Заключения**». В нем перечисляются в порядке упоминания или в алфавитном порядке использованные в работе пособия учебной, учебно-методической и технической литературы. В перечень включаются только те источники, на которые даются ссылки в тексте пояснительной записки. Рекомендуемая для выполнения курсового проекта литература приведена в конце данного учебного пособия. Кроме нее может быть использована и другая, имеющаяся в библиотеке литература.

2.2 Общие требования к курсовому проекту

Курсовой проект состоит из пояснительной записки, приложений и графического материала. В пояснительную записку включаются все текстовые документы, рисунки, графики и другие иллюстрации. В приложениях размещаются листинги результатов идентификации объекта управления, моделирования и расчета переходного процесса.

Пояснительная записка брошюруется в мягкий или твердый переплет. На обложке помещается надпись, оформленная в соответствии с *Приложением 1*. Материалы записки комплектуются в следующем порядке: титульный лист

(Приложение 1), задание на проектирование (Приложение 2), содержание, текст записки, заключение, список использованных источников, приложения.

Пояснительная записка оформляется с соблюдением ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы». Содержание и оформление проекта должно отвечать требованиям Положения о выполнении и защите курсовых работ (проектов) в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет».

Пояснительная записка выполняется на одной стороне листов белой бумаги формата А4 по ГОСТ 2.301-68 (210x297 мм). Листы пояснительной записки должны иметь сквозную нумерацию. Первым считается титульный лист.

Текстовая часть записки начинается с содержания. В него включают наименование всех разделов, подразделов и поименованных пунктов без какой-либо перефразировки с указанием номеров страниц, с которых начинается размещение материала. Над номерами слово «страница» или «стр.» не ставится. Слово «Содержание» записывают симметрично тексту с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают, начиная с прописной буквы. Содержание курсового проекта рекомендуется представлять в объеме 1 – 2 печатных листа.

Нумерация страниц текста делается в правом нижнем углу листа. Проставлять номер страницы необходимо со страницы, где печатается «Введение». После этого нумеруются все страницы, включая приложения. Листы, на которых размещается содержание, не нумеруются, но включаются в общее количество листов пояснительной записки.

Первый лист текстовой части снабжается ограничительной рамкой и основной надписью для конструкторских документов формы 2 по ГОСТ 2.104-68 (см. рисунок 2.1).

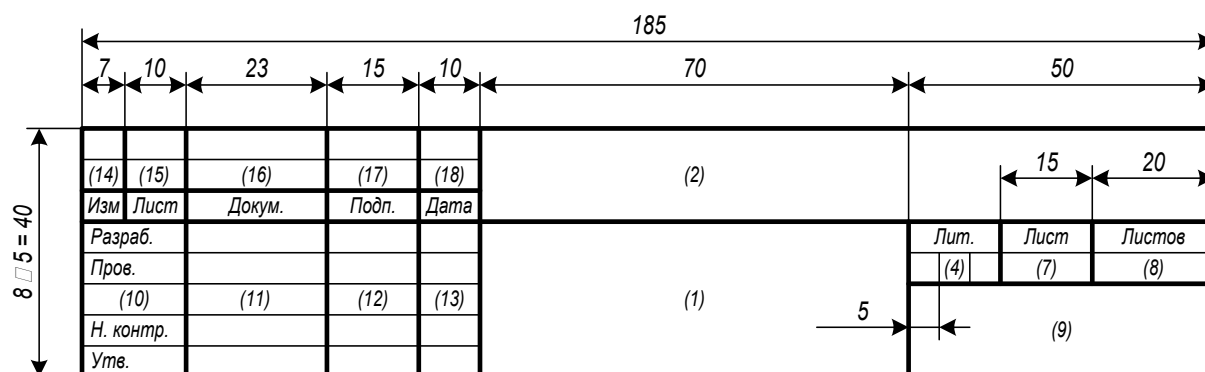


Рисунок 2.1 – Основная надпись для первого (заглавного) листа конструкторских документов (форма 2 по ГОСТ 2.104-68)

Ограничительная рамка должна отстоять от левого края листа на 20 мм, от всех остальных – на 5 мм. В основной надписи указываются следующие данные:

- графа 1 – наименование документа;
- графа 2 – обозначение документа и его тип (курсовому проекту присваивается обозначение, состоящее из ее индекса КП, аббревиатур учебного заведения и кафедры, трех последних цифр номера зачетной книжки студента и двух последних цифр года окончания проектирования, разделяемых тире), например, КП – НТИ СКФУ – ИСЭА – 777 – 13 – ПЗ);
- графа 4 – литера, присвоенная документу по ГОСТ 2.103-68 (для учебных проектов рекомендуется литера У);
- графа 7 – порядковый номер страницы (не заполняется на документах, состоящих из одного листа);
- графа 8 – общее число листов документа (заполняется только на первом листе);
- графа 9 – наименование организации, выпустившей документ (заменяется наименованием института и студенческой группы);
- графа 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ);

- графы 11-13 – фамилии лиц, подписывающих документ, их подписи и даты подписания;
- графы 14-18 – графы таблицы изменения (заполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-79).

Последующие листы текстовой части снабжаются рамкой и основной надписью формы 2а по ГОСТ 2.104-68 (см. рисунок 2.2).

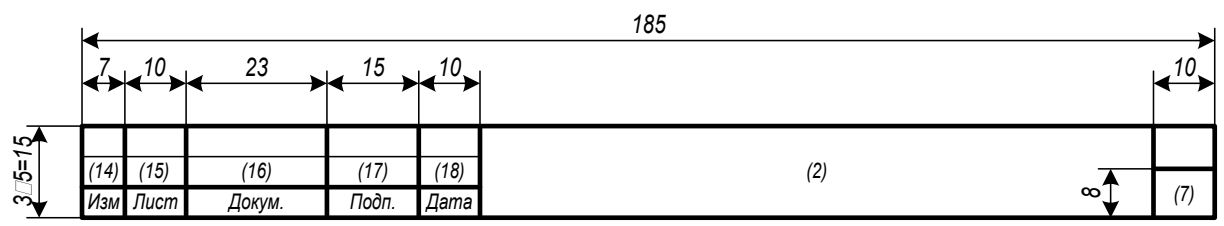


Рисунок 2.2 – Основная надпись для последующих листов конструкторских документов (форма 2а по ГОСТ 2.104-68)

Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строк должно быть не менее 5 мм. Расстояние от рамки до верхней и нижней строки текста должно быть не менее 10 мм.

Допускается оформление всех листов, кроме первого и заключения, без рамки и основной надписи. В этом случае текст записки оформляется с соблюдением полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм.

Текст записки может быть выполнен машинописным, рукописным или компьютерным способом. Правила рукописного и машинописного оформления приведены в [2]. При компьютерном оформлении пояснительная записка выполняется с помощью текстового редактора MS Word (или его аналога) с соблюдением следующих правил:

- параметры шрифта: Times New Roman, начертание обычное, размер 14, цвет черный, масштаб 100%, интервал обычный, смещения нет; использование эффектов подчеркивания, курсива и цвета не допускается; разрешается вписывать в пояснительную записку отдельные слова, формулы,

условные знаки стандартным шрифтом размером не менее 2,5 по ГОСТ 2 304-81;

- параметры абзаца: выравнивание по ширине, уровень основного текста, отступы слева и справа 0 мм, интервалы до и после абзаца 0 пунктов, отступ первой строки 15 мм, межстрочный интервал полуторный;

- установка переносов слов (кроме заголовков) обязательна.

Разделы пояснительной записки (к ним приравниваются введение, заключение, список использованных источников и приложения) рекомендуется начинать с новых страниц. Каждая страница должна быть заполнена не менее чем на 60%, иначе содержание раздела должно быть сокращено или дополнено. Подразделы, пункты и подпункты размещаются по тексту записки.

Названия глав и параграфов выделяются полужирным шрифтом. Между названием главы и названием параграфа этой главы ставится пробел равный двум интервалам, а название параграфа не должно отделяться от текста этого параграфа пробелом. Названия параграфов отделяются от текста предыдущего параграфа пробелом, равным двум интервалам. Каждая глава, а также введение, выводы, предложения и список использованной литературы начинаются с новой страницы. Слово "Глава" не пишется. Главы имеют порядковые номера в пределах всей работы, обозначаемые арабскими цифрами (например: 1,2,3), после которых ставится точка. Слово "параграф" или значок параграфа в названии не ставятся. Параграфы имеют порядковые номера в пределах глав, обозначаемые арабскими цифрами (например: 1.1. и 1.2.). Заголовки глав и параграфов в тексте работы должны располагаться по центру, точку в конце названия главы и параграфа не ставят. Не допускается переносить часть слова в заголовке.

При изложении текста записки необходимо использовать повествовательную или безличную форму («применяют», «указывают» или «применено», «указано» и т.п.). Изложение от первого лица (с использованием местоимений и оборотов «сделал», «выполнил» и т.п.) не допускается.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316-68. Сокращения, не являющиеся общепринятыми, должны применяться лишь при их частом использовании в тексте. Рекомендуется при первом их упоминании писать полное слово (или словосочетание) и в скобках – сокращенное. В дальнейшем сокращенное написание следует применять без скобок. Допускается использование аббревиатур, т.е. сокращение терминов, состоящих из нескольких слов, например: АСУ ТП (автоматизированная система управления технологическими процессами).

В тексте записки следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-81. При необходимости использования обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений, например: «шаг квантования τ ».

Приводя наибольшие или наименьшие значения величин, следует применять словосочетание «должно быть не более (не менее)». Приводя допустимые значения отклонений от указанных норм, требований, следует применять словосочетание «не должно быть более (менее)». Например, перерегулирование переходного процесса должно быть не более 30 %.

Числовые значения величин в тексте следует указывать с необходимой степенью точности, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой, например: «частота первого сигнала 3,57 Гц, частота второго сигнала 12,10 Гц».

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться арабскими цифрами в пределах каждого раздела (допускается сквозная нумерация в пределах документа). В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1). Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения,

например: «формула (В.1)». Если в документе одна формула, ее обозначают «формула (1)». Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например: «... в формуле (1.1) вычисляется...». Расшифровка используемых символов и числовых коэффициентов производится в тексте документа один раз непосредственно под формулой или до нее. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы выносят на отдельные строки документа и отделяют от текста пустыми строками. Формулы располагают по центру абзаца, после них ставят запятые. Номера в круглых скобках размещают на уровне формул по правому краю. Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой. Перенос формул допускается только на знаках операций соотношения левой и правой части («=», «<», «>» и т. п.) и знаках арифметических операций с обязательным их дублированием в начале следующей строки. Умножение при этом заменяется символом «х», деление – «/».

Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается. Порядок изложения математических уравнений такой же, как и формул.

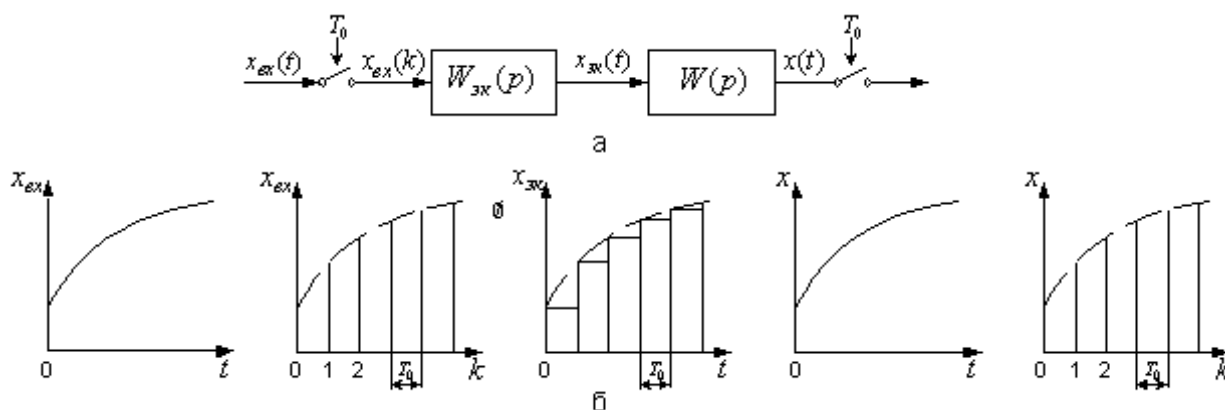
Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации размещают по возможности сразу после ссылки на них в тексте и отделяют пустыми строками. Допускается выносить иллюстрации на отдельные литы, на которых не ставятся номера страниц, или в приложения. В этом случае они могут располагаться так, чтобы их удобно было рассматривать без поворота записки или с ее поворотом по часовой стрелке на 90 градусов.

Нумерация таблиц и рисунков может быть сквозной или соотноситься с номером главы и параграфа. Например, если таблица или рисунок включены в текст первого параграфа второй главы, нумерация следующая: Таблица

2.1.1., рисунок 2.1.1. Последняя цифра означает порядковый номер таблицы (или рисунка) в данном параграфе. Таблица помещается в качестве следующей страницы после первого упоминания о ней в тексте.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: «Рисунок 1 – Схема автоматизации». Точка в конце наименования не ставится.

На рисунке 2.3 показан пример оформления иллюстраций.



а) блок схема; б) переходные процессы в разных точках системы

Рисунок 2.3 – Линейная система с экстраполятором нулевого порядка и импульсным входом и выходом

Таблицы используют для компактного представления числового материала. Таблицы обозначаются словом «Таблица» и нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела (допускается сквозная нумерация в пределах документа). Точка в конце обозначения не ставится. Если в документе одна таблица, она не нумеруется, и слово «Таблица» не пишется. Таблицы могут иметь содержательное и краткое наименование, которое отделяется от слова «Таблица» и номера символом тире. Точка в конце наименования не ставится. Ссылки на таблицы оформляются по типу: «... приведены в таблице 7.3 ...». Высота строк таблицы должна быть не менее

8 мм. Строка с номерами столбцов (или столбец с номерами строк) не является обязательной и включается в таблицу при необходимости.

Все заголовки указываются в единственном числе без точки в конце. Заголовки граф и строк таблицы записываются с прописной буквы. Заголовки столбцов записываются со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком графы, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение.

Таблицы размещают по возможности сразу после ссылки на них в тексте и отделяют пустыми строками. Допускается выносить таблицы на отдельные листы или в приложения. В этом случае они могут располагаться так, чтобы их удобно было рассматривать без поворота записки или с ее поворотом по часовой стрелке на 90 градусов.

Если таблица выходит за формат страницы, ее делят на части, которые размещаются одна под другой (или одна рядом с другой). В каждой части таблицы повторяют заголовки столбцов (или строк). Допускается заменять заголовки строкой с номерами столбцов (или столбцом с номерами строк). Слово «Таблица» и обозначение таблицы указывают один раз над ее первой частью. Над другими частями пишут «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы.

Сведения об информационных источниках необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» [2]. При ссылке в тексте на источник в квадратных или косых скобках проставляют его номер и при необходимости номер страницы, раздела, таблицы и т. п., например: «... приведено в [27, с. 43] ...». Ссылки на неофициальные источники (например, конспекты лекций) не допускаются.

Приложения обозначаются словом «Приложение». Точка в конце обозначения не ставится. В обоснованных случаях приложение может иметь содержательный заголовок. Нумерация страниц документа и приложений должна быть сквозная.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа, наверху которого симметрично тексту записывают обозначение приложения. При наличии заголовка его записывают отдельной строкой симметрично тексту с прописной буквы без точки в конце. Содержание приложения при необходимости может быть разбито на разделы, подразделы и пункты, нумеруемые в пределах каждого приложения.

В содержание включают все приложения с указанием их обозначений и заголовков.

Приложение содержит весь фактический материал экспериментальных исследований (схемы, чертежи, расчетные материалы, рисунки и т.д.).

В курсовом проекте чаще всего вычерчивается два чертежа. На первом изображается функциональная схема автоматизации объекта, на втором – принципиальная электрическая схема, а также схемы и графики к расчету АСР (либо к расчету регулирующего органа или сужающего устройства).

Чертежи выполняются на листах ватмана А1 карандашом. Допускается выполнение чертежей тушью или с использованием ПЭВМ.

Каждый чертеж оформляется рамкой, которая ограничивает его поле сверху, снизу и слева на расстоянии 5 мм от края, а справа на расстоянии 20 мм.

Чертежи вычерчиваются с использованием стандартных условных обозначений и правил технического черчения. Надписи на чертежах выполняются чертежным шрифтом размерами 3,5; 5; 7; 10 мм. Расстояние между строк для указанных размеров шрифтов 5,3; 7,5; 10,5; 15 мм.

Линии основных материальных потоков изображаются толщиной 1,5 мм, а вспомогательных потоков – 1 мм, толщина КИПиА – 0,5 мм, оборудование изображается линиями 1 мм.

РАЗДЕЛ 3. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1 Введение

Во **введении** на основе литературных данных кратко излагаются современные направления развития средств автоматизации и управления и значение автоматизации технологических процессов и производств. Поясняется необходимость широкого внедрения в промышленность автоматизированных систем управления технологическими процессами – АСУ ТП, применение средств вычислительной и микропроцессорной техники, робототехники, оптоволоконных средств передачи информации и других.

3.2 Описание технологического процесса

В разделе «**Описание технологического процесса**» кратко описываются назначение технологического процесса (ТП) как объекта управления, его технологическая схема, машины, механизмы и другая аппаратура, на которой осуществляется технологический процесс. Отражаются особенности технологического объекта управления (ТОУ), влияющие на выбор принципов регулирования и структуры схемы автоматизации и управления. Показываются особенности ТОУ, позволяющие определить структуру автоматической системы управления. Определяются требования к надежности и точности системы управления и регулирования, оцениваются возможности централизованного или распределенного контроля и управления, использование микропроцессорных средств управления. Приводятся значения режимных параметров в различных точках технологического процесса.

Отмечаются факторы, облегчающие или усложняющие автоматизацию объекта управления. К таковым, как правило, относятся непрерывность технологического процесса, протекание технологического процесса в герметичных аппаратах, транспорт жидких и газообразных сред по

трубопроводной системе, осуществляющийся под давлением, создаваемым специализированными средствами (насосами, компрессорами) и другие.

К факторам, затрудняющим автоматизацию объекта управления, относят, например, пожаро- и взрывоопасность сред, рассредоточенность объекта управления в пространстве, удаленность объектов управления от пунктов сбора информации, периодичность ТП и другие.

3.3 Разработка схемы автоматизации

3.3.1 Общие положения

Функциональная схема предназначается для отображения возлагаемых на систему автоматизации функций, объема контролируемых и регулируемых технологических параметров, технических средств автоматизации и является одним из основных документов проекта на сооружение технологического объекта.

Функциональные схемы используются в процессе проектирования, при монтаже, наладке и эксплуатации технологического оборудования и устройств контроля и автоматики.

Также как и другие документы проекта, функциональная схема выполняется с соблюдением требований системы государственных стандартов на составление и содержание проектной документации для промышленного строительства (СПДС) и действующих в этой части государственных и отраслевых норм и правил строительного проектирования. На функциональной схеме с помощью стандартных или принятых в отрасли обозначений условно изображается технологическое оборудование, машины и механизмы, технологические трубопроводы и все технические средства систем автоматизации, кроме вспомогательной аппаратуры, показывающиеся связи между ними.

Раскрывая функционально-блочную структуру отдельных устройств и систем локального автоматического контроля и регулирования,

функциональная схема дает представление об их связях и общих принципах автоматизации технологического объекта, отображает объем и конкретные параметры контроля и регулирования, расположение отборных и регулирующих устройств, мест отображения информации.

На (функциональной) схеме следует показать также аппаратуру, поставляемую комплектно с технологическим оборудованием, о чем на схеме делают соответствующие указания. Вспомогательные устройства, фильтры и редукторы для воздуха, соединительные коробки, источники питания, реле, магнитные пускатели, автоматы, предохранители, выключатели в цепи питания и т.д. не показывают.

На технологических коммуникациях изображают основные запорные и регулирующие органы, необходимые для определения расположения отборов импульсов или поясняющие необходимость производства измерений.

Устройства, механически связанные с конструкциями, непосредственно встроенными в коммуникации агрегата, исполнительные устройства, механизмы, связанные с дроссельными органами, изображают на поле чертежа в непосредственной близости к конструкциям, имеющим указанную механическую связь.

При разработке функциональных схем средства автоматизации изображают или непосредственно на технологической схеме установки, или на специально подготовленных чертежах, на которых технологическую схему представляют в сокращенном виде без указания отдельных аппаратов и трубопроводов, коммуникаций вспомогательного назначения, для которых не предусматривается аппаратура автоматизации. Схема такой технологической установки или агрегата в этом случае должна в основном соответствовать схеме, изображенной на технологических чертежах.

В отдельных случаях, когда невозможно получить ясное представление о технологической схеме аппарата, агрегата и т.п. при указанном выше способе изображения выбирают такое условное начертание технологических аппаратов и агрегатов, которое дает ясное представление о принципе их

работы.

3.3.2 Условные обозначения технологической аппаратуры и трубопроводов

Элементами схем технологических процессов являются технологические аппараты, насосы, компрессоры, различные машины и механизмы, трубопроводы, запорная и регулирующая арматура и другое оборудование.

Стандартами СПДС условных обозначений для изображения на схемах технологического оборудования не предусмотрено.

Условные графические обозначения наиболее распространенных технологических аппаратов и оборудования приведены в *Приложении 4* [24].

Технологическому оборудованию помимо графического обозначения присваивается буквенно-цифровое обозначение. Оно складывается из прописных букв русского алфавита и арабских цифр и представляет собой, как правило, начальную букву наименования аппарата и его порядковый номер на технологической схеме. Например, печь П-1, колонна К-2.

Наиболее распространенные в практике промышленного проектирования буквенные обозначения аппаратуры приведены в *Приложении 5* [24].

На технологических трубопроводах стрелками представляется направление движения продукта и его наименование. Возможно цифровое обозначение трубопроводов с последующей их расшифровкой в экспликации. Размеры графических и буквенных символов элементов технологической схемы, надписи и их расположение принимаются такими, чтобы обеспечить наглядность и удобство чтения схемы.

3.3.3. Условные обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи

Условные обозначения приборов, средств автоматизации и линии связи на схемах автоматизации технологических процессов, производственных объектов и предприятий отраслей промышленности установлены ГОСТ 21.404 - 85.

Стандартом установлены графические и буквенные обозначения, при совместном использовании которых на схемах автоматизации могут быть изображены приборы, средства и системы автоматизации различного назначения и любой степени сложности.

3.3.3.1. Графические условные обозначения

Графические условные обозначения, являющиеся основой изображения на схемах приборов, средств и систем автоматизации, должны соответствовать приведенным в *Приложении 6* [24].

Отборные устройства постоянно подключенных приборов изображают на схемах сплошной тонкой линией, соединяющей технологический аппарат или трубопровод с прибором. При необходимости указания конкретного места расположения отборного устройства внутри контура технологического аппарата его обозначают кружком диаметром 2 мм.

Подвод линией связи к прибору производят в любой точке графического обозначения сверху, снизу, сбоку. При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи наносят стрелки.

Графические обозначения на схемах выполняют сплошной линией толщиной 0,5-0,6 мм, а горизонтальную разделительную черту внутри графического обозначения толщиной 0,2-0,3 мм.

Многофункциональные средства и системы автоматизации, такие, например, как агрегатированные комплексы автоматического контроля и регулирования, системы технологической сигнализации, информационно-управляющие электронно-вычислительные комплексы, в практике промышленного проектирования в обоснованных случаях, в случае отклонения от стандарта, изображают на схемах в виде прямоугольников произвольных размеров. В прямоугольники вписывают наименование системы и другие вспомогательные обозначения с расшифровкой их на схеме. Прямоугольники, как и стандартное обозначение, выполняют сплошной основной линией толщиной 0,5-0,6 мм.

Изображение приборов и средств автоматизации помещают в нижней части схемы под изображением технологического оборудования в двух вытянутых до горизонтали прямоугольниках, расположенных один над другим и выполненных линиями толщиной $0,2 \div 0,3$ мм.

Соединительные линии следует наносить с наименьшим количеством перегибов и пересечений между собой и агрегатами. Условные обозначения приборов пересекать ими нельзя.

Условные обозначения местных однотипных приборов можно совмещать в одно с указанием в спецификации их числа. Соединительные линии при этом необходимо проводить от каждой точки измерения, объединяя их в одну линию перед прибором.

В сложных случаях в функциональных схемах допускаются обрывы соединительных линий, при этом для удобства чтения чертежа каждый конец соединительной линии нумеруют одной и той же арабской цифрой. Концы соединительных линий, идущие от местных приборов, аппаратуры контроля, регулирования, управления и сигнализации, установленной на щитах, к технологическому оборудованию, исполнительным устройствам, нумеруют цифрами в возрастающем порядке слева направо.

3.3.3.2. Условные буквенные обозначения

Условные буквенные обозначения выполняются прописными буквами латинского алфавита.

Для измеряемых и управляемых величин, а также функциональных признаков приборов и регуляторов применяет буквенные условные обозначения (*Приложение 7 [24]*), которые наносят в верхней части окружности соответствующего графического условного обозначения.

Особенности использования буквенных обозначения по ГОСТ 21.404-85:

а) для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора справа от него необходимо указать наименование или символ этой величины, например, напряжение, сила тока, рН, вид радиоактивности и т.д.;

б) при измерении нескольких разнородных величин подробная их расшифровка должна быть приведена около прибора или на поле чертежа;

в) обозначение величин, не предусмотренных стандартом, осуществляется резервными буквами с представлением на схеме их расшифровки.

Порядок расположения буквенных обозначений слева направо должен быть следующим:

а) обозначение основной измеряемой величины;

б) обозначение, уточняющее, если это необходимо, основную измеряемую величину;

в) обозначение функционального признака прибора.

Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен в *Приложении 8* [24].

Буквами в соответствии со стандартом обозначаются:

- измеряемые величины (таблица *Приложения 9* [24]);
- дополнительные обозначения, уточняющие величины, (таблица *Приложения 9* [24]);
- выполняемые приборами и средствами автоматизации функции (таблица *Приложения 9* [24]).

Буквы В, С, N, O, X, Y, Z являются резервными и могут использоваться для обозначения не предусмотренных стандартом измеряемых величин и функциональных признаков с обязательной расшифровкой их обозначения на поле чертежа. Применение, например буквы, проиллюстрировано в *Приложении 10*, поз. 46 [24].

Некоторые буквы наряду с обозначением измеряемой величины используются для обозначения также дополнительных значений измеряемой величины – буквы D, F, Q, и функциональных признаков – буквы R, S. При этом назначение буквы определяется её местом в условном буквенном

обозначении.

Буква А применяется для обозначения функции сигнализации независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор.

Сигнализируемые предельные значения измеряемых величин конкретизируются добавлением буквы Н – верхнее и L – нижнее значения. Эти буквы наносятся вне графического обозначения, справа от него (*Приложение 10*, поз 31, 32 [24]).

Буква Н применяется для обозначения контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, блокировки и т.д. (*Приложение 10*, поз. 10,17 [24]).

При применении контактного устройства прибора для включения, отключения и одновременно для сигнализации в обозначении прибора следует использовать буквы S, A.

Букву S не следует применять для обозначения функции регулирования, в том числе позиционного.

Для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора, справа от него, необходимо указывать наименование или символ измеряемой величины, например, мощность, конкретный показатель качества вещества, вид радиоактивности α , β , γ , (*Приложение 10*, поз. 35,38,41 [24]).

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 (*Приложение 10*, поз. 43 [24]).

Стандартом, наряду с обязательными для применения основными буквенными обозначениями, установлены на уровне рекомендуемых дополнительные буквенные обозначения, применяемые для указания дополнительных функциональных признаков приборов, преобразователей сигналов и вычислительных устройств (*Приложение 11* [24]).

Буква E применяется для обозначения чувствительных элементов, т.е.

устройств, выполняющих первичное преобразование. Примерами первичных преобразований являются чувствительные элементы термоэлектрических термометров, термометров сопротивления, датчики параметров, сужающие устройства расходомеров и т.д.

Буква Т обозначает промежуточное преобразование – дистанционную передачу сигнала. Букву Т рекомендуется применять для обозначения приборов с дистанционной передачей показаний, например, бесшкальных дифманометров, манометрических термометров с дистанционной передачей и т.п.

Буква К применяется для обозначения приборов, имеющих станцию управления, т.е. переключатель для выбора вида управления (автоматическое, ручное) и устройство для дистанционного управления.

Буква У рекомендуется для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств.

Дополнительные буквенные обозначения по *Приложению 11* [24] применяют при выполнении развёрнутых схем преобразователей сигналов и вычислительных устройств для указания величины сигнала, рода энергии сигнала, вида сигнала, операций, выполняемых вычислительным устройством, и характера связи ЭВМ с объектом управления.

3.3.3.3 Правила построения условных обозначений

Условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85 включают графические, буквенные и цифровые обозначения. Стандартом установлено два способа построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

При упрощенном способе приборы в средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например, контроль, регулирование, сигнализацию и выполненные в виде отдельных блоков, изображаются одним условным графическим обозначением. При этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру на схеме не изображают.

При развернутом способе каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект средств автоматизации, показывается отдельным условным графическим обозначением. Сложные приборы, выполняющие несколько функций, допускается изображать несколькими окружностями, расположенными слитно друг к другу или отдельно с соединением соединительной линией связи.

В верхней части окружности наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение.

Первая буква в обозначении прибора всегда определяет наименование измерений величины. Исключение составляют устройства, выполненные в виде отдельных блоков и предназначенные для ручных операций. У них в обозначении на первом месте проставляется буква Н (*Приложение 10*, поз. 51,52,53 [24]).

Надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую величину, располагаются либо рядом с прибором, (*Приложение 10*, поз. 32,35,38 [24]), либо в виде таблицы на поле чертежа.

Порядок расположения буквенных обозначений функциональных признаков, если их несколько в одном приборе, должен быть следующим: IRCSA.

При построении условных обозначений приборов указываются не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме.

С учётом указанного порядка основная надпись в верхней части условного обозначения прибора вида, например, PDIRC, расшифровывается следующим образом: буква Р указывает, что измеряемой величиной является давление, символ D конкретизирует, что измеряется перепад давления. Буквы IRC соответственно указывают, что осуществляется показание, регистрация и регулирование перепада давления.

Дополнительные обозначения, расшифровывающие вид преобразования или операции, наносятся справа от графического обозначения преобразователя или вычислительного устройства (*Приложение 10*, поз. 48 [24]).

Во избежание неправильного понимания схемы, где это необходимо, допускается вместо условных обозначений приводить полные наименования преобразуемых сигналов, например, «электрический / пневматический».

В нижнюю часть условного графического обозначения прибора вписывается его маркировка – цифровое или цифробуквенное обозначение позиции по заказной спецификации проекта. В отдельных случаях, когда позиционное обозначение прибора не помещается в окружности, допускается нанесение его вне пределов окружности (*Приложение 10*, поз. 53 [24]).

3.3.4 Правила выполнения функциональных схем систем автоматизации

Функциональные схемы систем автоматизации выполняются совмещёнными с технологическими или монтажно-технологическими схемами технологических процессов.

Технологическая схема вычерчивается по ходу технологического процесса с помощью условных обозначений. При ее выполнении соблюдается соразмерность изображаемых на схеме технологических аппаратов. Схема снабжается необходимыми надписями и пояснениями, техническими характеристиками технологической аппаратуры.

Приборы и средства автоматизации изображаются на схеме с помощью стандартных изображений.

В практике промышленного проектирования приборы и системы автоматизации чаще всего размещаются в поле технологической схемы непосредственно около контролируемых и регулируемых параметров, как это показано в *Приложении 12* [24].

При необходимости специально выделить системы автоматизации, в

частности в учебной документации, пользуются следующим способом изображения систем автоматизации.

Обозначения элементов автоматических устройств, которые установлены непосредственно на технологических аппаратах и трубопроводах (отборные устройства, диафрагмы, термодары, исполнительные устройства и др.), наносят на изображениях аппаратов и трубопроводах в местах, соответствующих их действительному расположению.

Обозначение всей остальной аппаратура автоматизации (первичные, вторичные и регулирующие приборы, функциональные блоки, системы сигнализации, вычислительные устройства и др.) наносят в нижнюю часть схемы. Причем вдоль листа вычерчивают два прямоугольника, условно изображающие место расположения аппаратуры автоматизации (по месту, в операторной).

Приборы и устройства систем автоматизации соединяют между собой сплошными линиями связи, позволяющими проследить все соединения приборов.

В случае сложных многоконтурных и многоэлементных схем с протяжёнными пересекающимися соединительными линиями допускается для соединения приборов использовать адресный способ, как показано в примере *Приложения 13, 14, 15* [24]. Адрес соединений определяется цифрами натурального ряда, проставленными начиная слева направо по нижнему обрезу соединительных линий и в соответствующих местах их продолжения.

В нижней части условного изображения прибора проставляется его позиция по спецификации. При упрощенном способе изображения систем автоматизации указывается номер контура, как это показано в *Приложении 12* [24], а при развернутом может указываться и позиция отдельного прибора с выделением контура арабской цифрой, а приборы – буквой русского алфавита, как это показано в *Приложении 13* [24] для контура 5 автоматической системы регулирования давления в колонне К-1. Причем указанные на схеме позиции соответствуют позициям по спецификации и означают для данного контура

следующее:

5а – манометр с пневмопередачей (МС-П2), 5б – вторичный прибор со станцией управления (ПВ 10.1Э), 5в – регулирующие устройство (ПР 3.31), 5г – регулирующий клапан.

Высота цифры равна 3,5 мм, высота буквы 2,5 мм. При цифровом позиционном обозначении приборов вместо букв используют цифры: 2-1, 2-2, 2-3 и т.д. (*Приложение 14, 15*).

Например, для контура 2: 2-1 – термопара, 2-2 – преобразователь нормирующий Ш-705, 2-3 – преобразователь электропневматический ЭПП-1, 2-4 – вторичный прибор со станцией управления (ПВ 10.1Э), 2-5 – регулирующие устройство (ПР 3.31), 2-6 – регулирующий клапан. Не дают позиционных обозначений лишь отборным и приёмным устройствам, поставляемым вместе с прибором. Тип и технологические характеристики для соответствующей позиции производятся в спецификации на приборы и средства автоматизации технологического объекта.

В разделе «**Разработка схемы автоматизации**» курсового проекта приводится описание основных режимных параметров технологического процесса. Определяется показатель эффективности технологического процесса, выбираются параметры объекта, подлежащие автоматизированному контролю, управлению и сигнализации.

Выбирается и обосновывается структура автоматических систем локального контроля и управления с учетом предъявляемых к ним требований. Определяется набор параметров для передачи в АСУ верхнего уровня (технологического объекта или комплекса).

Показывается, что основным видом автоматических систем управления являются автоматические системы регулирования (стабилизации) технологических параметров – АСР.

Обосновывается выбор одно-, двух- или многоконтурных, комбинированных или каскадных АСР. Отмечаются при выборе структуры особенности разных по сложности АСР: простые системы применяются для

поддержания на заданном значении регулируемых величин объектов, не требующих высокого качества переходного процесса, а более сложные АСР позволяют улучшить качество регулирования основной переменной в системах, обладающих большим запаздыванием с сохранением качества регулирования вспомогательной переменной, сохранять определенные соотношения параметров, необходимые для оптимального управления технологическим процессом.

Обосновывается необходимость и объем централизованного или распределенного контроля технологических параметров, предупредительной и аварийной сигнализации, схем защиты и блокировок для обеспечения безопасного ведения технологического процесса.

Составляется и описывается функциональная схема автоматизации, представляющая собой совмещенную схему технологического процесса объекта управления и его системы автоматизации. На функциональной схеме изображается технологическая аппаратура, механизмы, средства и системы автоматизации в соответствии с требованиями ГОСТ 21. 404-85 «Система проектной документации для строительства. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах».

Функциональная схема системы автоматизации выполняется в развернутом и/или упрощенном изображении средств и систем КИА с размещением обозначений в поле технологической схемы, как это показано в *Приложениях 14, 15* [24], и с использованием средств микропроцессорной (МП) техники по *Приложению 12* [24].

Описание схемы автоматизации приводится кратко по ходу движения сырья и образующихся продуктов, увязывая с технологической схемой. Например, для схемы *Приложения 9* [24], описание может иметь следующий вид.

«Колонна К-1 служит для разделения нефти на фракции. Сырье поступает в колонну К-1, предварительно нагретое в печи П-1 до температуры 350 °С с расходом 60 кг/час. Температурный режим в колонне поддерживается

автоматическими системами регулирования. Температура верха колонны поддерживается АСР расхода орошения с коррекцией по температуре в верхней части колонны (поз. 9).

Температура кубовой части поддерживается одноконтурной АСР за счет изменения расхода теплоносителя, подаваемого в ребойлер (поз. 2)».

Для схемы Приложения 9 [24] описание может иметь следующий вид.

«Показателем эффективности процесса нагревания является температура t_x'' на выходе из теплообменника, а целью управления – поддержание этой температуры на определенном значении.

Зависимость t_x'' от ряда параметров процесса может быть найдена из уравнения теплового баланса (потери тепла не учитываем):

$$G_x \cdot c_x \cdot (t_x'' - t_x') = G_r \cdot c_r \cdot (t_r' - t_r''); \quad (1.1)$$

$$t_x'' = \frac{G_r \cdot c_r \cdot (t_r' - t_r'')}{G_x \cdot c_x} + t_x', \quad (1.2)$$

где G_r, G_x – расходы горячего и холодного теплоносителей;

c_r, c_x – удельные теплоемкости горячего и холодного теплоносителей;

t_r', t_x' – температуры горячего и холодного теплоносителей на входе;

t_r'', t_x'' – температуры горячего и холодного теплоносителей на выходе.

Кроме того, известно, что количество тепла, передаваемого от одного теплоносителя другому, а, следовательно, и их конечные температуры, зависят от коэффициента теплопередачи и поверхности теплообмена. Коэффициент теплопередачи изменяется незначительно, поэтому условно будем считать его постоянной величиной. Поверхность теплообмена также является постоянной величиной.

Расход G_r можно стабилизировать или использовать для внесения эффективных регулирующих воздействий.

Расход G_x определяется другими технологическими процессами, а не процессом нагревания, поэтому он не может быть ни стабилизирован, ни

использован для внесения эффективных регулирующих воздействий. При изменении расхода G_x в теплообменник будут поступать сильные возмущения.

Температуры теплоносителей t_r' , t_x' , а также их удельные теплоемкости c_r , c_x определяются технологическими режимами других процессов, а не процессом нагревания, поэтому стабилизировать их или изменять при ведении процесса нагревания нецелесообразно, а иногда и даже невозможно.

Температура t_r'' является выходным параметром процесса и не может влиять на t_x'' .

Возмущающими воздействиями могут быть также изменение температуры окружающей среды и свойств теплопередающей стенки вследствие отложения на ней солей, а также из-за явления коррозии.

Анализ объекта управления показал, что большую часть возмущающих воздействий невозможно устранить. В связи с этим в качестве регулируемой величины следует брать температуру t_x'' , а регулирующее воздействие вносить путем изменения расхода G_r , что осуществляется одноконтурной АСР температуры (поз. 3), включающей в себя первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (поз. 3-1); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический) (поз. 3-2); регулятор, входящий в состав МПК; преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал пневматический) (поз. 3-3), регулирующий клапан (поз. 3-4).

В качестве контролируемых величин следует брать расходы теплоносителей, их начальные и конечные температуры и давления. Знание текущих значений этих параметров требуется для нормального пуска, наладки и эксплуатации процесса. Кроме того, расход G_x и температуру t_x'' требуется знать для оперативного управления процессом.

Для контроля расхода горячего теплоносителя используется комплект средств автоматизации (поз. 1), включающий в себя первичный

измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (поз. 1-1); прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (поз. 1-2); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический) (поз. 1-3).

Для контроля давления горячего теплоносителя используется комплект средств автоматизации (поз. 2), который включает в себя прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (поз. 2-1); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический) (поз. 2-2).

Для контроля расхода холодного теплоносителя используется комплект средств автоматизации (поз. 5), включающий в себя первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (поз. 5-1); прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (поз. 5-2); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал также электрический) (поз. 5-3).

Для контроля давления холодного теплоносителя используется комплект средств автоматизации (поз. 4), который включает в себя прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (поз. 4-1); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал также электрический) (поз. 4-2).

Для контроля начальных и конечных температур теплоносителей используется комплект средств автоматизации (поз. 6), который включает в себя первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (поз. 6-1, 6-2, 6-3); преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал электрический) (поз. 6-4).

Знание текущих значений этих параметров требуется для нормального пуска, наладки и эксплуатации процесса. Кроме того, расход горячего теплоносителя необходимо знать для расчета технико-экономических показателей, а расход холодного теплоносителя и его температуру на выходе – для оперативного управления процессом.

Сигнализации подлежит температура t_x на выходе из теплообменника, а также прекращение подачи теплоносителя. Кроме того, должно быть предусмотрено устройство защиты, которое перекроет линию горячего теплоносителя в случае прекращения подачи продукта.

Заканчивается описание функциональной схемы назначением, принятыми способами защиты оборудования, схем сигнализации, блокировок.

3.4 Выбор и обоснование средств автоматизации

В этом разделе пояснительной записки в зависимости от тематики проекта необходимо обосновать следующие вопросы:

1. Выбор параметров процесса, подлежащих контролю, защите и сигнализации.
2. Выбор точек (мест), в которых необходимо контролировать параметры, характеризующие ход технологического процесса.
3. Выбор и обоснование методов контроля и типов приборов и их краткую характеристику.
4. В случае необходимости обосновать разработку новых датчиков.

Необходимо, чтобы предусматривался контроль всех основных параметров, характеризующих ход технологического процесса.

Обязательному контролю подлежат расходы сырья, готовой продукции и ее качество, различных химреагентов, обеспечивающих оптимальный ход технологического процесса; давление, температура и уровень жидких и сыпучих веществ в технологических аппаратах; нагрузка (усилие) на подвижные элементы технологических установок и др.

На основании требований к автоматизации технологического процесса и опыта эксплуатации промышленной установки необходимо обосновать и выбрать с учетом специфики процесса типы регуляторов, приборов, первичных измерительных преобразователей, исполнительных и регулирующих устройств, средств дистанционного управления, сигнализации, защиты.

Выбор технических средств определяется требованиями и особенностями технологического процесса, технико-экономическими характеристиками средств и систем автоматизации и производится по каталогам и справочникам.

При выборе и обосновании средств автоматизации следует учитывать, что для пожаро- и взрывоопасных технологических процессов применяют пневматические технические средства, но при высоких требованиях к быстродействию и значительных расстояниях между источниками и приемниками сигналов информации применяют, как правило, электрические, достоинствами которых являются простота и относительно низкая стоимость.

При выборе следует также стремиться к применению однотипных технических средств, предпочтительно унифицированных комплексов, характеризующихся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки. Использование однотипных средств дает значительные эксплуатационные преимущества как с точки зрения их настройки, так и при техническом обслуживании, ремонте.

В проектируемые системы автоматизации необходимо закладывать технические средства с тем классом точности, который определяется действительными требованиями объекта автоматизации. Как известно, чем выше класс системы измерения, тем выше его стоимость, сложнее эксплуатация.

Количество технических средств и их размещение должно быть ограниченным. Излишек аппаратуры является не менее вредным, чем ее недостаток: усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдений за основными приборами, определяющими ход

технологического процесса, удлиняет сроки монтажных работ, увеличивает стоимость автоматизированного объекта.

Конкретные типы средств автоматизации выбирают с учетом особенностей технологического процесса и его параметров. В первую очередь принимают во внимание такие факторы, как пожаро- и взрывоопасность, агрессивность и токсичность среды, число параметров, участвующих в управлении, и их физико-химические свойства, дальность передачи сигналов информации и управления, требуемые точность и быстродействие. Эти факторы определяют выбор методов измерения технологических параметров, требуемые функциональные возможности регуляторов и приборов (законы регулирования, показание, запись и т.д.), диапазоны измерения, классы точности, вид дистанционной передачи и т.д.

Конкретные приборы и средства автоматизации следует подбирать по справочной литературе [12-19], исходя из следующих соображений:

- для контроля и регулирования одинаковых параметров технологического процесса необходимо применять однотипные средства автоматизации, выпускаемые серийно;
- при большом числе одинаковых параметров рекомендуется применять многоточечные приборы;
- при автоматизации сложных технологических процессов необходимо использовать вычислительные и управляющие машины;
- класс точности приборов должен соответствовать технологическим требованиям;
- для автоматизации технологических аппаратов с агрессивными средами необходимо предусматривать установку специальных приборов, а в случае применения приборов в нормальном исполнении нужно защищать их.

Выбирая датчики и вторичные приборы для совместной работы, следует обращать внимание на согласование выходного сигнала датчика и входного сигнала вторичного прибора.

При выборе датчиков и приборов следует обращать внимание не только на класс точности, но и на диапазон измерения. Следует помнить, что номинальные значения параметра должны находиться в последней трети диапазона измерения датчика или прибора. При невыполнении этого условия относительная погрешность измерения параметра значительно превысит относительную приведенную погрешность датчика или прибора. Таким образом, не следует выбирать диапазон измерения с большим запасом (достаточно иметь верхний предел измерения, не более чем на 25% превышающий номинальное значение параметра).

Приводится краткая характеристика выбранных технических средств.

К примеру, для схемы Приложения 9 [24] раздел «Выбор и обоснование современных средств автоматизации» будет иметь следующий вид.

"Выбор и обоснование средств измерения расхода"

В химической промышленности для измерения расхода используются расходомеры переменного перепада давления, расходомеры постоянного перепада давления, расходомеры переменного уровня, электромагнитные расходомеры и т.д. На основании пределов измерения (D_y – условный проход, в мм; $D_y = 150$ мм, P_y – условное давление, в кгс/см²; $P_y = 6$ кгс/см²) для измерения расхода на линии подачи холодного и горячего теплоносителей в качестве первичного прибора используется диафрагма камерная ДК6-150 ГОСТ 26969-86 (поз. 1-1, 5-1), предназначенная для измерения расхода жидкостей, газов или паров по методу переменного перепада давления в соответствии с РД 50-213-80 «Измерение расходов жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и сосудами». Материал корпуса: сталь 20, сталь 35. Материал диска: сталь 12x17, 12x18 Н10Т. Изготовители АОМ, РАОТ, ЧКМ, ТОЗЭ, ПОТ, ИФАОН, ЧЗП, НПКЭ [14]. Измерение расхода по методу переменного перепада давления основано на том, что расход зависит от перепада давления образующегося в сужающем устройстве в результате частичного перехода потенциальной энергии в кинетическую. Выбор данной

диафрагмы обусловлен измеряемой средой, условным давлением $P_y = 6$ кгс/см², условным проходом $D_y = 150$ мм.

Сигнал с диафрагмы поступает на преобразователь разности давлений. В последнее время в промышленности получили распространение приборы для измерения давления «Сапфир», в которых в качестве чувствительного элемента служит сапфировая мембрана с напыленными полупроводниковыми сопротивлениями. Воздействие измеряемого параметра, преобразованное в усилие, вызывает изменение напряженного состояния тензорезисторов, жестко соединенных с чувствительным элементом тензомодуля, который размещен внутри измерительного блока первичного преобразователя. Изменение сопротивления тензорезисторов преобразуется в токовый выходной сигнал.

Поскольку на линии подачи холодного и горячего теплоносителей ΔP (перепад давления на сужающем устройстве) составляет $0,1$ кгс/см² \approx $\approx 0,01$ МПа = 10 кПа, то верхний предел измерения должен быть 12,5 кПа, т.е. в качестве преобразователя разности давлений выбираем Сапфир-22М-ДД ТУ 25-2472.0049-89 модель 2430 с верхним пределом измерения 16 кПа (предельно допускаемое рабочее избыточное давление 16; 25 МПа) (поз. 1-2, 5-2). Преобразователь предназначен для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивает непрерывное преобразование разности давлений нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал [14].

Блок преобразования сигналов, искрозащиты и питания БПС-90К ТУ25-7439.0016-90 (поз. 1-3, 5-3) обеспечивает линеаризацию статической характеристики преобразователя при измерении расхода по методу перепада давления на сужающем устройстве. Унифицированные выходные сигналы постоянного тока: 0-5; 0-20; 4-20 мА. Напряжение питания – 200 или 240 В. Изготовитель АОМ [18].

Выбор и обоснование средств измерения давления

На основании параметров технологического процесса (давление на линии подачи холодного и горячего теплоносителей составляет $6 \text{ кгс/см}^2 \approx \approx 0,6 \text{ МПа}$, т.е. верхний предел измерения преобразователя должен быть не более $0,75 \text{ МПа}$) в качестве преобразователя избыточного давления выбираем Сапфир-22М-ДИ ТУ 25-2472.0049-89 модель 2150 42 1281 5487 (поз. 2-1, 4-1) с верхним пределом измерения $1,0 \text{ МПа}$ (предел допускаемой основной погрешности $0,25; 0,5\%$), который предназначен для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления техническими процессами и обеспечивает непрерывное преобразование избыточного давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал. Выходной сигнал: $0-5; 4-20 \text{ мА}$. Питание постоянным током 36 В . Габаритные размеры $-112 \times 245 \times 110 \text{ мм}$. Масса не более 3 кг . Изготовитель НППС, ЧЗП, ЧКМ [18].

Блок преобразования сигналов, искрозащиты и питания БПС-90П ТУ25-7439.0016-90 (поз. 2-2, 4-2) обеспечивает получение линейной зависимости между формируемым выходным унифицированным токовым сигналом и измеряемым параметром (давление, уровень, разность давлений). Унифицированные выходные сигналы постоянного тока: $0-5; 0-20; 4-20 \text{ мА}$. Напряжение питания – 200 или 240 В . Изготовитель АОМ [18].

Выбор и обоснование средств измерения температуры

На основании параметров технологического процесса (температура $t_x'' = 120 \text{ }^\circ\text{C}$) выбираем в качестве средств измерения температуры термометры сопротивления, принцип действия которых основан на свойстве металлов и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление при изменении температуры. Для измерения температуры нагретого продукта используется термопреобразователь сопротивления медный ТСМ-0193-01, ТУ 311-00226253.035-93 (поз. 3-1). Он предназначен для измерения температуры газообразных и жидких сред в различных отраслях промышленности. Рабочий

диапазон измеряемых температур: от минус 50 до 180 °С. Материал защитной арматуры – сталь 12Х18Н10Т или 08Х13. Аналог ТСМ-1088, ТСМ-0879 (ЛЭ). Изготовитель ЧТП, ЧКМ, ПОТ [15].

Исходя из пределов измерения первичного прибора для преобразования сигналов от термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления в унифицированный сигнал постоянного тока выбираем нормирующий преобразователь температуры НПТ-2, ТУ 4227-028-10474265-98 42 2710 модель НПТ-2.1 (поз. 3-2). Выходной сигнал постоянного тока: 0-5; 4-20 мА. Диапазон измерения: от минус 50 до 200 °С. Габаритные размеры: 145х61х32 мм. Изготовитель НППА [17].

Для контроля температуры на линиях подачи теплоносителей, равной 20-150 °С, применяется термопреобразователь сопротивления медный ТСМ-0193-01, ТУ 311-00226253.035-93 (поз. 6-1, 6-2, 6-3) [15]. В качестве вторичного прибора используется многоканальный измерительный преобразователь Ш9327, ТУ 4227-005-12296299-95 (поз. 6-4). Он предназначен для многоканального преобразования сигналов датчиков температуры типа ТСП, ТСМ, ТХА, ТХК, ТПП, ТПР, ТВР, ТМК и других датчиков, имеющих унифицированные сигналы постоянного тока или напряжения в цифровой код. Выходной интерфейс 1РПС или RS 232/RS 485. Класс точности – 0,25. Габаритные размеры основного блока: 266х482х323 мм. Изготовитель НППС, ЧКМ (поставка) [17].

Выбор и обоснование преобразователей сигналов

В качестве преобразователя унифицированного токового сигнала в аналоговый пневматический сигнал используется преобразователь типа ЭПП-1 (поз. 3-3). Преобразователь ЭПП-1 предназначен для аналогового преобразования входного электрического сигнала постоянного тока в аналоговый пневматический сигнал. Входной электрический сигнал 0-5 мА. Выходной пневматический сигнал 0,2-1,0 кгс/см². Давление питания 1,4 кгс/см². Основная погрешность – 1 %. Изготовитель ХАОТ [17].

Унифицированный выходной пневматический сигнал поступает на регулирующий клапан 25с48нж (поз. 3-4).

Все выбранные и используемые технические средства включаются в ведомость спецификации по форме приложения 13 [24]. На основе анализа технологической схемы и комплекса технических средств автоматизации, составляются сводные таблицы входных и выходных параметров технологического процесса.

РАЗДЕЛ 5. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА К ЗАЩИТЕ

Сроки начала и окончания курсового проектирования определены учебным планом и графиком учебного процесса. Работа ведется на основании задания на проектирование (*Приложение 2*), которое выдается руководителем в установленные учебным планом сроки. Задание выдается за подписью руководителя работы, датируется днем выдачи, утверждается заведующим кафедрой и регистрируется в кафедральном журнале.

К первой аттестации должно быть выполнено 30% курсового проекта, ко второй аттестации – 100% проекта.

При подготовке курсового проекта студент руководствуется методическими указаниями, учебной литературой и консультациями с руководителем курсовой работы.

Полностью выполненный курсовой проект, подписанный студентом, в переплетенном виде представляется студентом руководителю в сроки, определенные заданием. Руководитель курсового проекта после просмотра расчетно-пояснительной записки и устранения студентом всех замечаний подписывает его. Если проект удовлетворяет требованиям, предъявляемым к курсовым работам (проектам), он допускается к защите, о чем руководитель делает надпись на титульном листе.

РАЗДЕЛ 6. ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Защита курсового проекта является обязательной формой проверки выполнения проекта. Защита производится на заседании кафедры, научно-методического семинара кафедры, научной проблемной группы специальной комиссией, утверждаемой директором института, состоящей обычно из 3 преподавателей кафедры, при непосредственном участии руководителя, в присутствии студентов. Результаты наиболее интересных курсовых проектов могут быть доложены на научных конференциях. Публичная защита стимулирует научный интерес, творчество, ответственность студентов.

Защита состоит в коротком докладе студента по выполненной работе и в ответах на вопросы присутствующих на защите.

В докладе студент кратко излагает основное содержание курсового проекта, принятые решения и результаты расчета. Вопросы задаются по содержанию пояснительной записки практического и теоретического характера. При ответах студент может пользоваться расчетно-пояснительной запиской.

Результаты защиты курсового проекта, согласно действующему Положению о текущем контроле и промежуточной аттестации в СКФУ, оцениваются дифференцированной отметкой по пятибалльной системе. Оценка курсового проекта заносится в зачетную книжку студента и зачетно-экзаменационную ведомость, составляемую в 2-х экземплярах, один из которых хранится на кафедре в течение всего срока обучения студента, другой представляется в дирекцию института (филиала) или деканат факультета.

Оценка выставляется комиссией на основании ответа студента, с учетом теоретической и практической подготовки студента, качества принятых технических решений, соответствия оформления курсового проекта заданию, требованиям методических указаний, умения студента правильно излагать сущность решаемых задач, обосновывать и отстаивать принятые решения.

Защита курсовых проектов, предусмотренных учебным планом, в первом полугодии проводится не позднее, чем за две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии.

Студент, не представивший в установленный срок курсовой проект или не защитивший его по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

Курсовые проекты, представляющие теоретический и практический интерес, представляются на конкурс, конференции, отмечаются приказом по университету.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматическое управление в химической промышленности [Текст] / Е.Г. Дудников, А.В. Казаков, Ю.Н. Софиева [и др.]. – М. : Химия, 1987. – 368 с.
2. Бородин, И.Ф., Кирилин, Н.И. Практикум по основам автоматики и автоматизации производственных процессов [Текст]. – М. : Колос, 1974. – 255 с.
3. Голубятников, В. А., Шувалов, В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности [Текст] : учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1985. – 352 с.
4. Дорф, Р. Современные системы управления [Текст] / Р. Дорф, Р. Бишоп – М. : Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.: ил.
5. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления [Текст]. – Взамен ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.18-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82, ГОСТ 7.1-2003. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М. : Изд-во стандартов, 2008. – [62 с.] – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
6. Клюев, А.С. Автоматическое регулирование [Текст]. – М. : Энергия, 1973. – 392 с.
7. Основы автоматики и автоматизации химических производств [Текст] : учебное пособие для вузов / А.В. Казаков, М.В. Кулаков, Ю.К. Мелюшев. – М. : Машиностроение, 1970. – 376 с.
8. Основы автоматизации химических производств [Текст] / Под ред. П.А. Обновленского, А.Л. Гуревича. – М. : Химия, 1975.
9. Полоцкий, Л. М. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации [Текст] / Л. М. Полоцкий, Г. И. Лапшенков. – М. : Химия, 1988. – 296 с.
10. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования уровня [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-1-01. – М.: ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 47 с.

11. Средства автоматизации. Электрические системы регулирования [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-3-01. – М.: ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 93 с.

12. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования расхода и количества [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-4-01. – М.: ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 65 с.

13. Средства автоматизации. Первичные измерительные преобразователи температуры – преобразователи термоэлектрические и преобразователи сопротивления [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-7-01. – М. : ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 105 с.

14. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования температуры [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-9-01. – М. : ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 93 с.

15. Средства автоматизации. Преобразователи для связи приборов и регуляторов различных систем [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-11-01. – М.: ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 31 с.

16. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования давления и разрежения [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-12-01. – М. : ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 105 с.

17. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования состава и свойств веществ [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-18-01. – М. : ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 65 с.

18. Шкатов, Е.Ф., Шувалов, В.В. Основы автоматизации технологических производств [Текст] : учебник для техникумов. – М. : Химия, 1988. – 304 с.

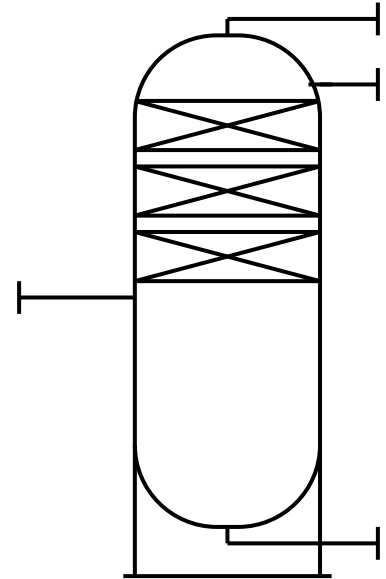
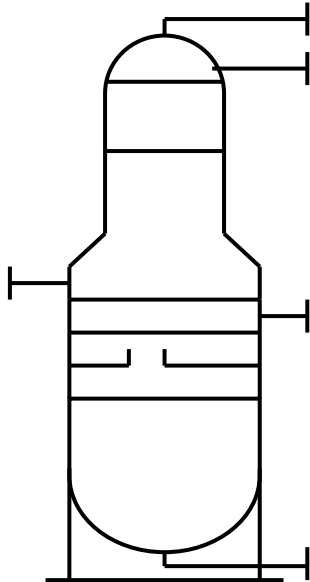
Приложение 4

Технологическая аппаратура и оборудование

Колонны (К-)

тарельчатые

насадочные



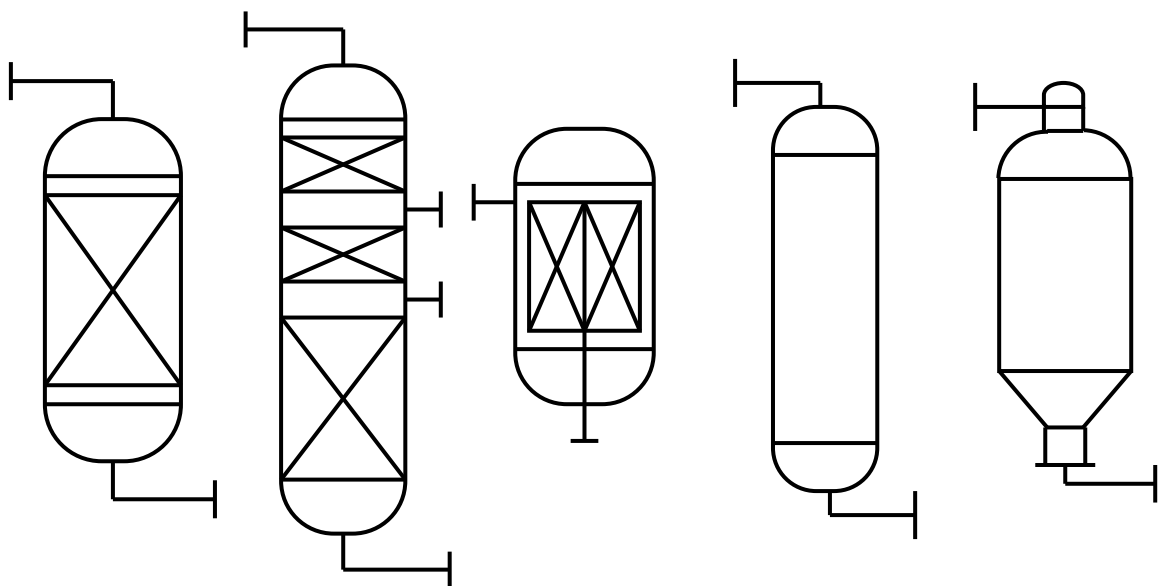
тарелки и насадки допускается не изображать

Реакторы (Р-)

со стационарным катализатором

с движущимся и кипящим слоем катализатора.

слоем катализатора.

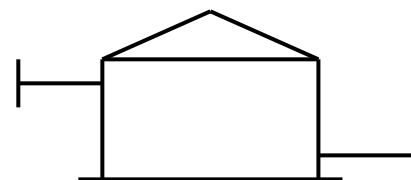
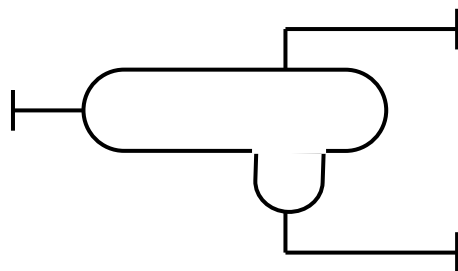
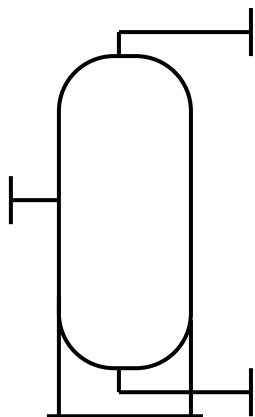


Емкости (Е-)

вертикальные

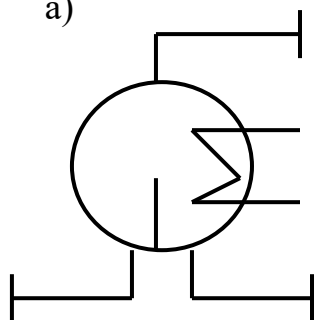
горизонтальные

типа резервуаров

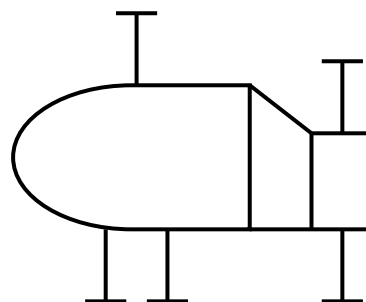


Рибойлеры (Т-)

а)

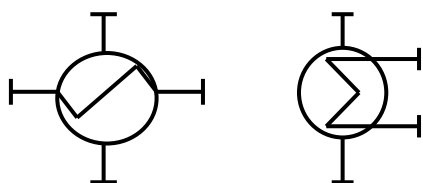


б)

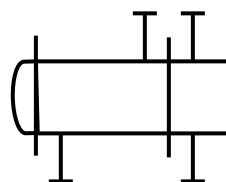


Теплообменники (Т-)

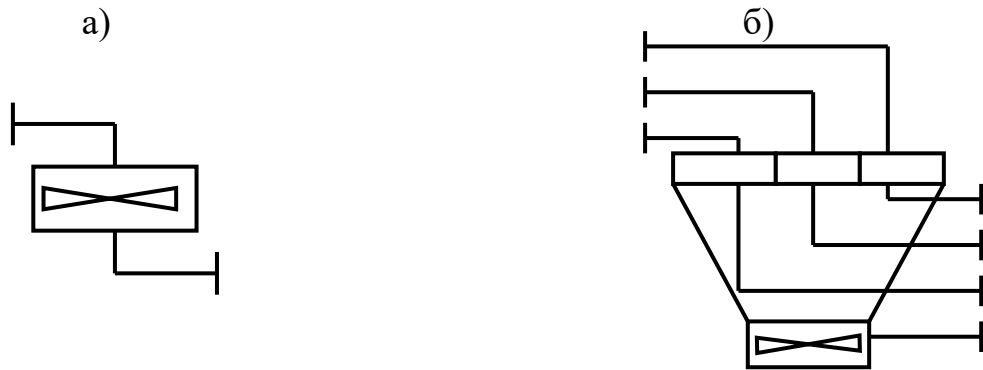
а)



б)



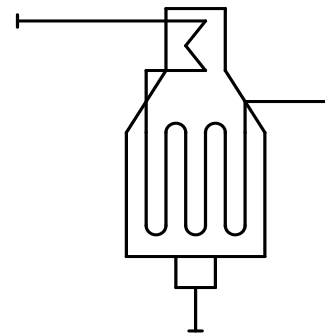
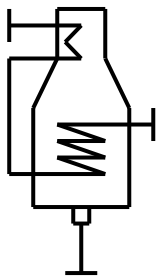
Аппараты воздушного охлаждения (Хв-)



Трубчатые печи (П-)

а) с горизонтальными трубами

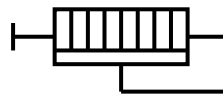
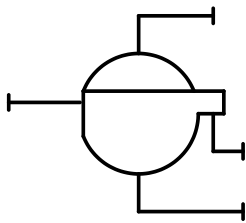
б) с вертикальными радиантными трубами



Фильтры (Ф-)

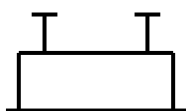
вакуумные и под давлением

рамные и фильтры – насосы

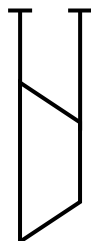


Компрессоры и газодувки (ЦК и ПК-)

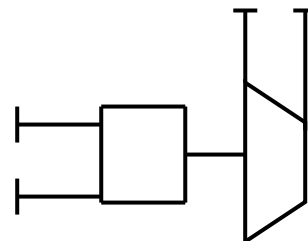
поршневой



центробежный компрессор,
газодувка с
электроприводом

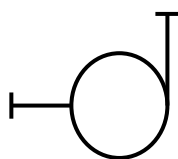


центробежный компрессор,
газодувка с турбоприводом

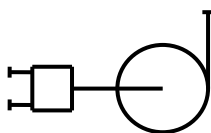


Насосы (Н-)

центробежный с
электроприводом



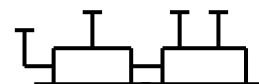
центробежный с
турбоприводом



поршневой с
электроприводом



поршневой с
турбоприводом



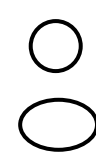
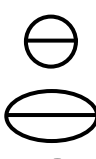
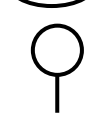

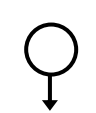
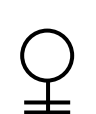





Приложение 5
Буквенные обозначения для групп аппаратов и оборудования

№ п/п	Наименование аппаратов и оборудования	Обозначение
1	Реакторы, коксовые камеры, регенераторы, контакторы и т.п.	Р
2	Трубчатые печи, топки под давлением и т.п.	П
3	Котлы-утилизаторы	КУ
4	Ректификационные колонны, стабилизаторы, абсорберы, десорберы и т.п.	К
5	Адсорберы, очистные башни с глиной, перколяторы, песчаные фильтры и т.п.	Ад
6	Экстракторы, аппараты для выщелачивания и т.п.	Эк
7	Электродегидраторы, электроразделители и т.п.	Эо
8	Сушилки	См
9	Мешалки и смесители	М
10	Емкости буферные, рефлюксные, газгольдеры, эвапораторы, водоотделители, отстойники и т.п.	Е
11	Кристаллизаторы	Кр
12	Теплообменники, кипяильники (рибойлеры), воздухоподогреватели, калориферы, теплообменники смешения и т.п.	Т
13	Электроподогреватели, электрокипяильники и т.п.	Эт
14	Холодильники, конденсаторы кожухотрубчатые, барометрические и смешения	Х
15	Аппараты воздушного охлаждения, конденсаторы, холодильники	Хв
16	Фильтры дисковые и барабанные, фильтр-прессы, рамные гидроциклоны, временные фильтры, маслоотделители	Ф
17	Циклоны, магнитные сепараторы, скрубберы, мокрые пылеуловители и т.п.	П
18	Электрофильтры	Эф
19	Грохота, ситы	Гр
20	Дробилки, мельницы, бегуны, размольные машины и т.п.	Др
21	Грануляторы, экструдеры, валковые смесители и т.п.	Г
22	Транспортеры, элеваторы, шнеки и т.п.	Тр
23	Эжекторы	Эж
24	Инжекторы	Иж
25	Центрифуги, центробежные сепараторы и т. п.	Цф

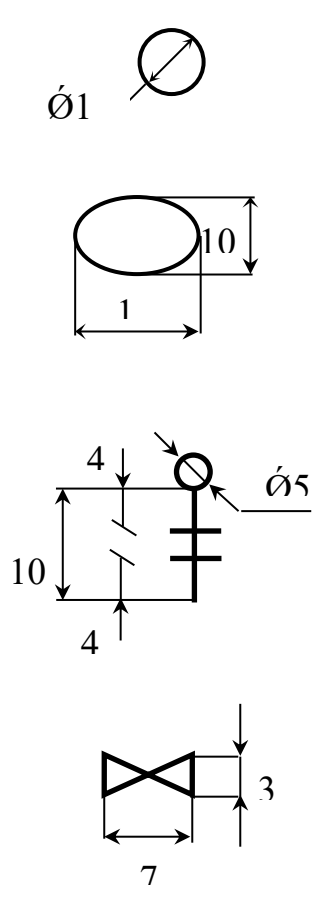
Продолжение приложения 5

№ п/п	Наименование аппаратов и оборудования	Обозначение
26	Факельное устройство	Фу
27	Воздуходувки, вентиляторы, дымососы	В
28	Насосы поршневые, центробежные, вакуумные и т.п.	Н
29	Компрессоры центробежные. Газодувки	ЦК
30	Компрессоры поршневые	ПК

Приложение 6
Графические условные обозначения по ГОСТ 21.404-85

Наименование	Обозначение
<p>1. Первичный измерительный преобразователь, датчик, прибор, устанавливаемый по месту</p> <p>а) основное обозначение</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	
<p>2. Прибор, устанавливаемый на щите, пульте</p> <p>а) основное обозначение</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	
<p>3. Исполнительный механизм, общее назначение</p>	
<p>4. Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p>	
<p>5. Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p>	
<p>6. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении.</p>	
<p>7. Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом</p>	
<p>8. Регулирующий орган</p>	
<p>9. Линия связи</p>	
<p>10. Пересечение линий связи без соединения друг с другом</p>	
<p>11. Пересечение линий связи с соединением между собой</p>	

Размеры графических условных обозначений по ГОСТ 21.404-85

Наименование	Обозначение
<p>Первичный измерительный преобразователь датчик, прибор контролирующий, регулирующий</p> <p>а) базовое обозначение</p> <p>б) допустимое обозначение</p> <p>Исполнительный механизм</p> <p>Регулирующий орган</p>	 <p>The table contains four technical drawings of symbols:</p> <ul style="list-style-type: none"> Base symbol (a): A circle with a diagonal line through it, labeled with the diameter symbol $\varnothing 1$. Acceptable symbol (b): An oval shape with a horizontal dimension line labeled '1' and a vertical dimension line labeled '10'. Actuator symbol: A square with a vertical dimension of 10 and horizontal dimensions of 4. Inside the square are two parallel lines with a diagonal slash. To the right is a vertical line with a circle at the top, labeled with the diameter symbol $\varnothing 5$. Regulating organ symbol: A trapezoidal shape with a horizontal dimension of 7 and a vertical dimension of 3.

Приложение 7

Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85

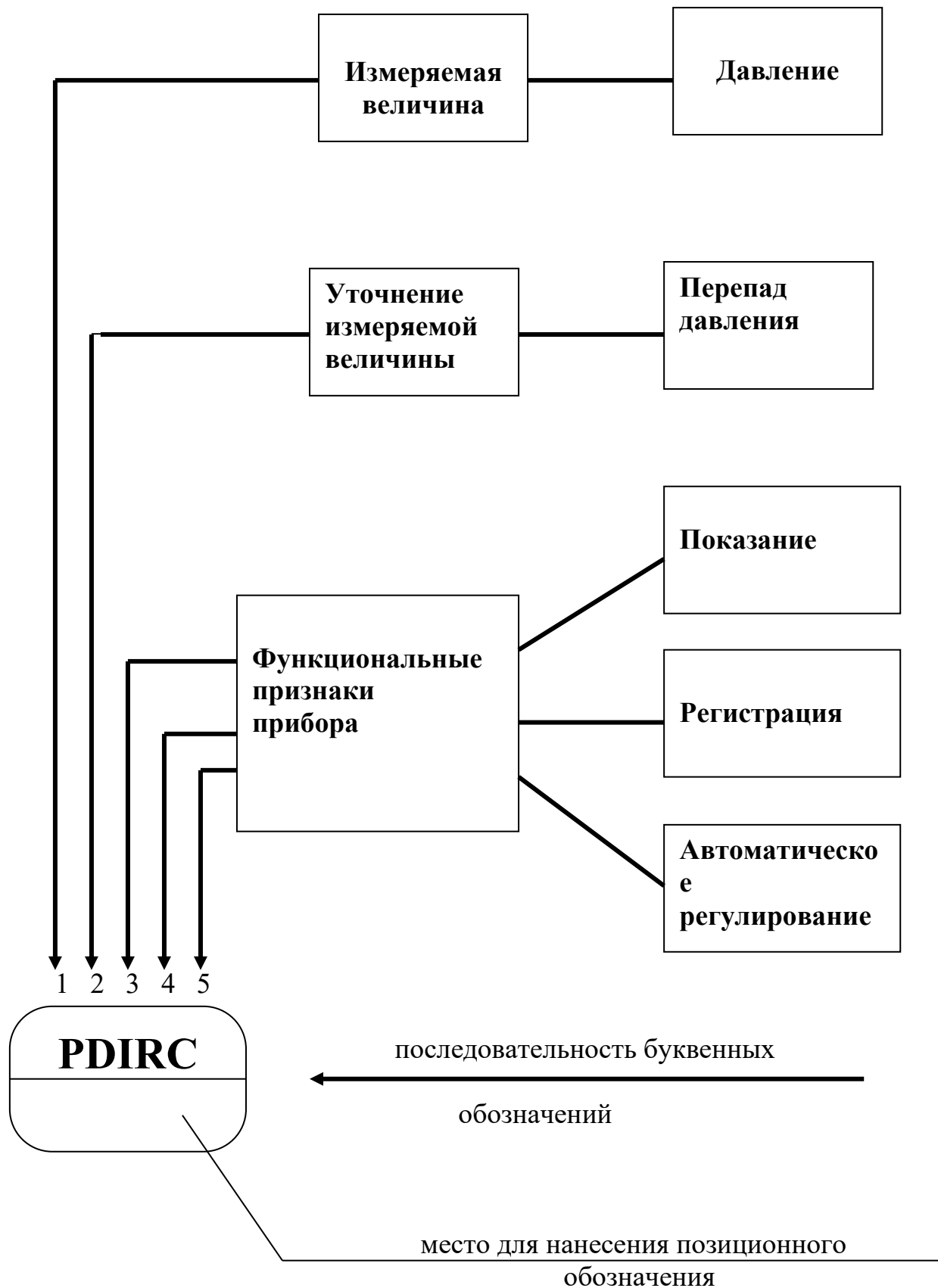
Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
А	+	-	Сигнализация	-	-
В	+	-	-	-	-
С	+	-	-	Регулирование, управление	-
Д	Плотность	Разность, перепад	-	-	-
Е	Любая электрическая величина	-	+	-	-
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-	-
G	Размер, положение, перемещение	-	+	-	-
Н	Ручное воздействие	-	-	-	Верхний перепад измеряемой величины
И	+	-	Показание	-	-
J	+	Автоматическое переключение, обегание	-	-	-
К	Время, временная программа	-	-	+	-
L	Уровень	-	-	-	-
М	Влажность	-	-	-	-
N	+	-	-	-	-
О	+	-	-	-	-
Р	Давление, вакуум	-	-	-	-

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
Q	Величина характеризующая качество, состав и т.д.	Интегрирование, суммирование по времени	-	+	-
R	Радиоактивность	-	Регистрация	-	-
S	Скорость, частота	-	-	Включение, отключение, блокировка, переключение	-
T	Температура	-	-	+	-
U	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-	-
V	Вязкость	-	+	-	-
W	Масса	-	-	-	-
X	Не рекомендуемая резервная буква	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	-
Z	-	-	-	+	-

Примечание: Буквенные обозначения отмеченные знаком «+», являются резервными, а отмеченные знаком «-» не используются.

Приложение 8

Пример построения условного обозначения прибора по ГОСТ 21.404-85



Приложение 9

Основные буквенные обозначения измеряемых величин

Обозначение	Измеряемая величина	Обозначение	Измеряемая величина
D	Плотность	P	Давление, вакуум
E	Любая электрическая величина	Q	Состав, концентрация
F	Расход	R	Радиоактивность
G	Размер, положение, перемещение	S	Скорость, частота
H	Ручное воздействие	T	Температура
K	Время, временная диаграмма	U	Несколько разнородных величин
L	Уровень	V	Вязкость
M	Влажность	W	Масса

Основные буквенные обозначения, уточняющие измеряемые величины

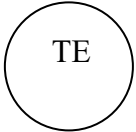
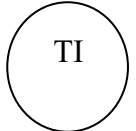
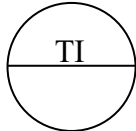
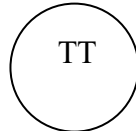
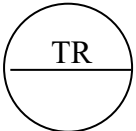
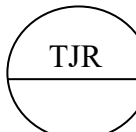
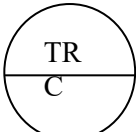
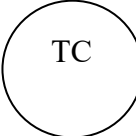
Обозначение	Измеряемая величина	Обозначение	Измеряемая величина
D	Разность, перепад	J	Автоматическое переключение, обегание
F	Соотношение, доля, дробь	Q	Интегрирование, суммирование во времени

Основные буквенные обозначения выполняемых прибором функций

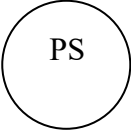
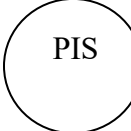
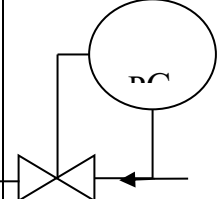
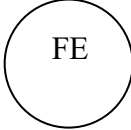
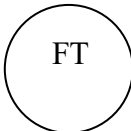
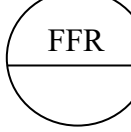
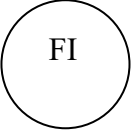
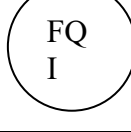
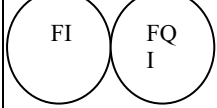
Обозначение	Измеряемая величина	Обозначение	Измеряемая величина
A	Сигнализация	C	Регулирование, управление
I	Показание	S	Включение, отключение, переключение
R	Регистрация		

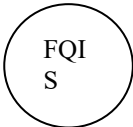
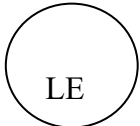
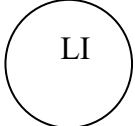

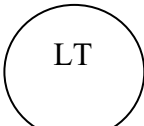
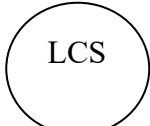
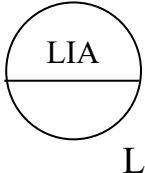
Приложение 10

Примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404-85

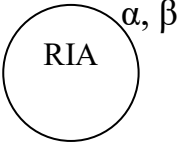
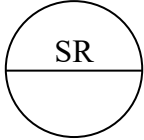
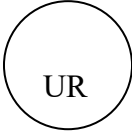
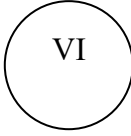
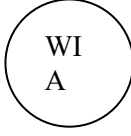
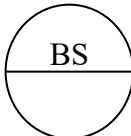
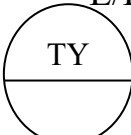
<p>1. Первичный измерительный преобразователь, чувствительный элемент для измерения температуры, установленный по месту (термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.п.).</p>	
<p>2. Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту. Например: термометр ртутный, термометр манометрический и т.д.</p>	
<p>3. Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.).</p>	
<p>4. Прибор для измерения температуры бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо - или электропередачей).</p>	
<p>5. Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр, мост автоматический и т.п.).</p>	
<p>6. Прибор для измерения температуры с автоматическим обегаящим устройством, регулирующий, установленный на щите. Например: многоточечный самопишущий потенциометр, мост автоматический и т.д.</p>	
<p>7. Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например: любой самопишущий регулятор температуры (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.).</p>	
<p>8. Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту (например, дилатометрический регулятор температуры).</p>	

<p>9. Комплект для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленной на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»).</p>	
<p>10. Прибор для измерения температуры бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное).</p>	
<p>11. Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите.</p>	
<p>12. Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите.</p>	
<p>13. Прибор для измерения давления разрежения бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр, бесшкальный с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>14. Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. Например: дифманометр показывающий.</p>	
<p>15. Прибор для измерения давления разрежения бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр, бесшкальный с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>16. Прибор для измерения давления разрежения регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления).</p>	

<p>17. Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления).</p>	
<p>18. Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т.п.).</p>	
<p>19. Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия «до себя»).</p>	
<p>20. Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту. Например: диафрагма, сопло, труба Вентуры, датчик индукционного расходомера и т.п.</p>	
<p>21. Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>22. Прибор для измерения соотношения расходов регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов).</p>	
<p>23. Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту, например, дифманометр или ротаметр показывающий.</p>	
<p>24. Прибор для измерения расхода интегрирующий, установленный по месту. Например: любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегралом.</p>	
<p>25. Прибор для измерения расхода показывающий, интегрирующий, установленный по месту. Например: показывающий дифманометр с интегратором.</p>	

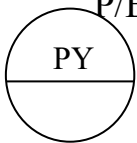
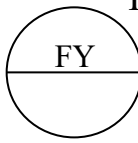
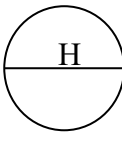
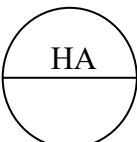
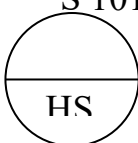
<p>26. Прибор для измерения расхода интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (например, счетчик-дозатор).</p>	
<p>27. Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера).</p>	
<p>28. Прибор для измерения уровня показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня).</p>	
<p>29. Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле уровня.</p>	
<p>30. Прибор для измерения уровня бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей).</p>	
<p>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.</p>	
<p>32. Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор сигнальным устройством). Буквы Н и L означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней.</p>	

33.Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотномера с пневмо- или электропередачей).	
34.Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту.	
35.Прибор для измерения любой электрической величины показывающий, установленный по месту. Например: напряжение.	
36.Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (например, командный электропневматический прибор КЭП, многоцепное реле времени и т.п.).	
37.Прибор для измерения влажности регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера).	
38.Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра).	
39.Прибор для измерения качества продукта показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах).	
40.Прибор для измерения качества продукта регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе).	

<p>41. Прибор для измерения радиоактивности показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, прибор для показаний и сигнализации предельно допустимых концентраций α - и β - лучей).</p>	
<p>42. Прибор для измерения частоты вращения привода регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора).</p>	
<p>43. 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.</p>	<p style="text-align: center;">$U=f(F,P)$</p> 
<p>44. Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий).</p>	
<p>45. Прибор для измерения массы продукта показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно - тензометрическое или сигнализирующее).</p>	
<p>46. 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.</p>	
<p>47. Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический; например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования ТЭДС термометра</p>	<p style="text-align: right;">E/E</p> 

термоэлектрического в сигнал постоянного тока).	
-------------------------------------------------	--

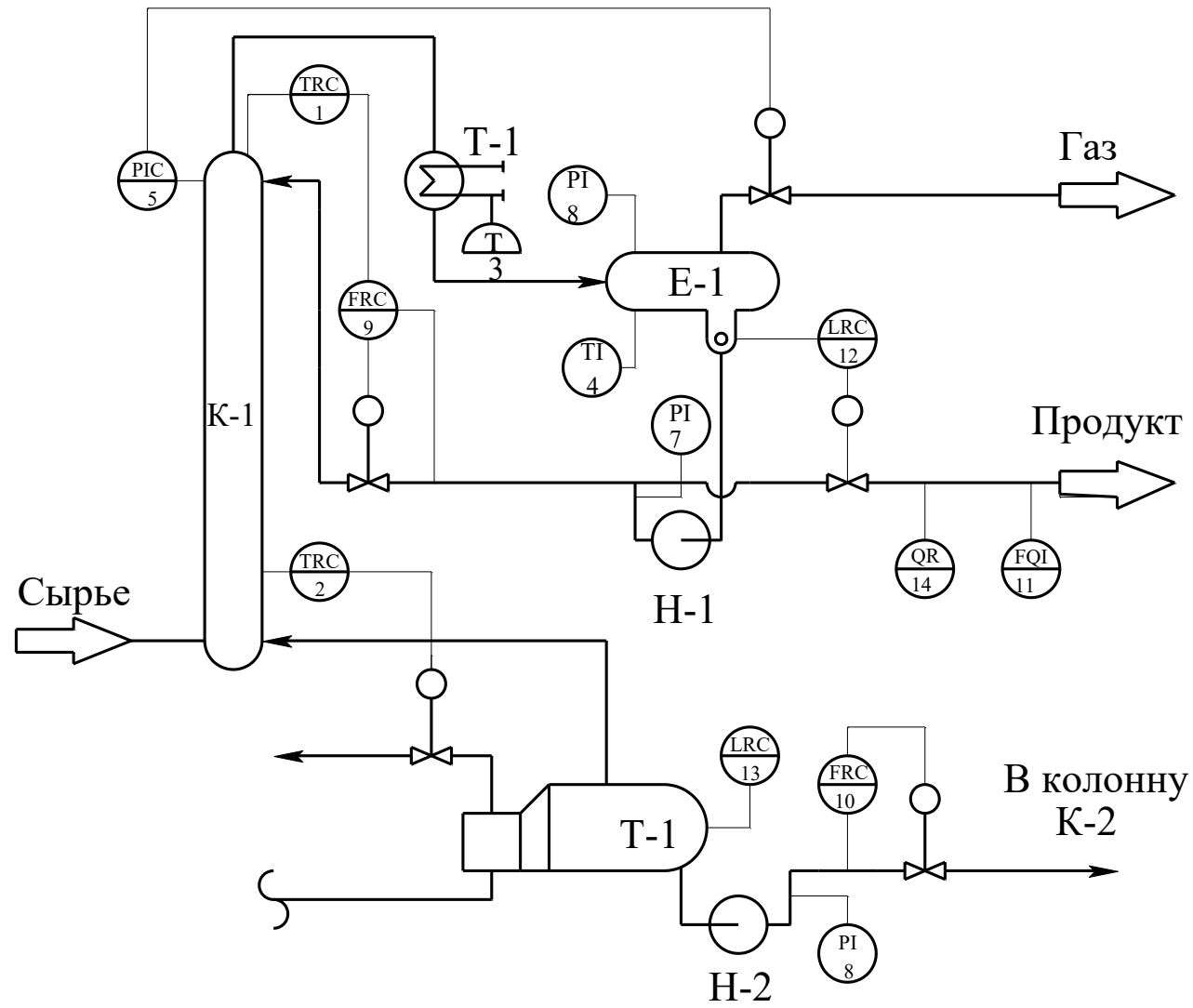
Продолжение приложения 10

48.Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал пневматический, выходной – электрический).	
49.Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения. Например: множитель на постоянный коэффициент К.	
50.Пусковая аппаратура управления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т.п.). Применение резервной буквы N должно быть оговорено на поле схемы.	
51.Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, установленная на щите (кнопка, ключ управления, задатчик и т.п.).	
52.Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т.п.).	
53.Ключ управления, предназначенный для выбора управления, установленный на щите (пример приведен для иллюстрации случая, когда позиционное обозначение велико и поэтому выносится вне окружности).	

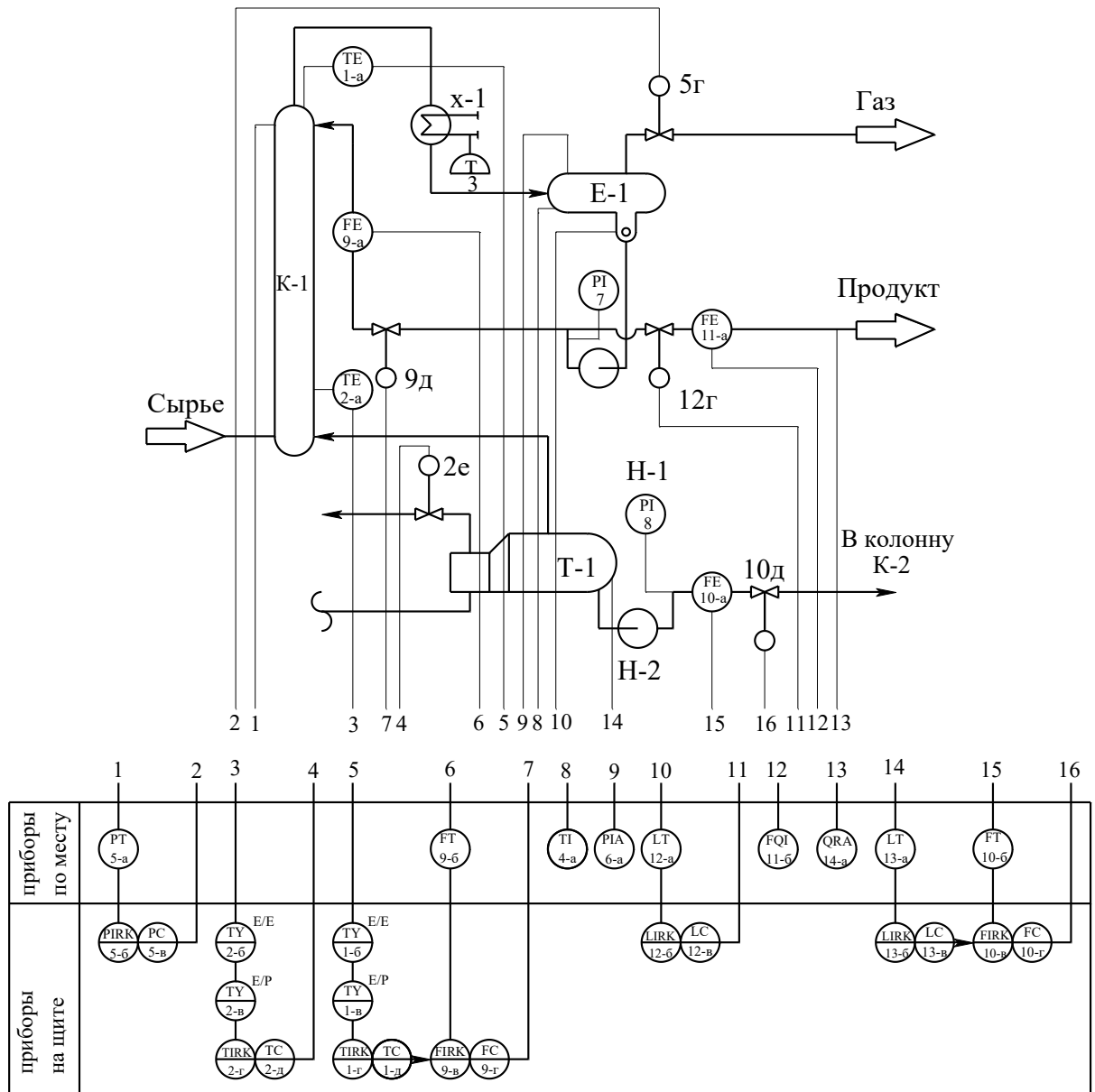
Приложение 11
**Дополнительные буквенные условные обозначения
 функциональных признаков приборов по ГОСТ 21.404-85**

Наименование	Обозначение	
Первичное преобразование. Чувствительный элемент	E	
Промежуточное преобразование. Дистанционная передача	T	
Станция управления	K	
Преобразование, вычислительные функции	Y	
Род энергии сигнала:	электрический	E
	пневматический	P
	гидравлический	G
Виды форм сигнала:	аналоговый	A
	дискретный	D
Операции, выполняемые вычислительным устройством: суммирование; умножение величины сигнала на постоянный коэффициент K; перемножение величин двух и более сигналов; деление величин сигналов друг на друга; возведение величины сигнала f в степень; извлечение из величины сигнала f корня степени n; логарифмирование; дифференцирование; интегрирование; изменение знака сигнала; ограничение верхнего значения сигнала; ограничение нижнего значения сигнала.	Σ	
	K	
	×	
	:	
	f^n	
	$\sqrt[n]{f}$	
	Lg	
	dx / dt	
	∫	
	X(-1)	
	max	
	min	
	Связь с вычислительным комплексом: передача сигнала на ЭВМ; вывод информации с ЭВМ.	B _i
B _o		

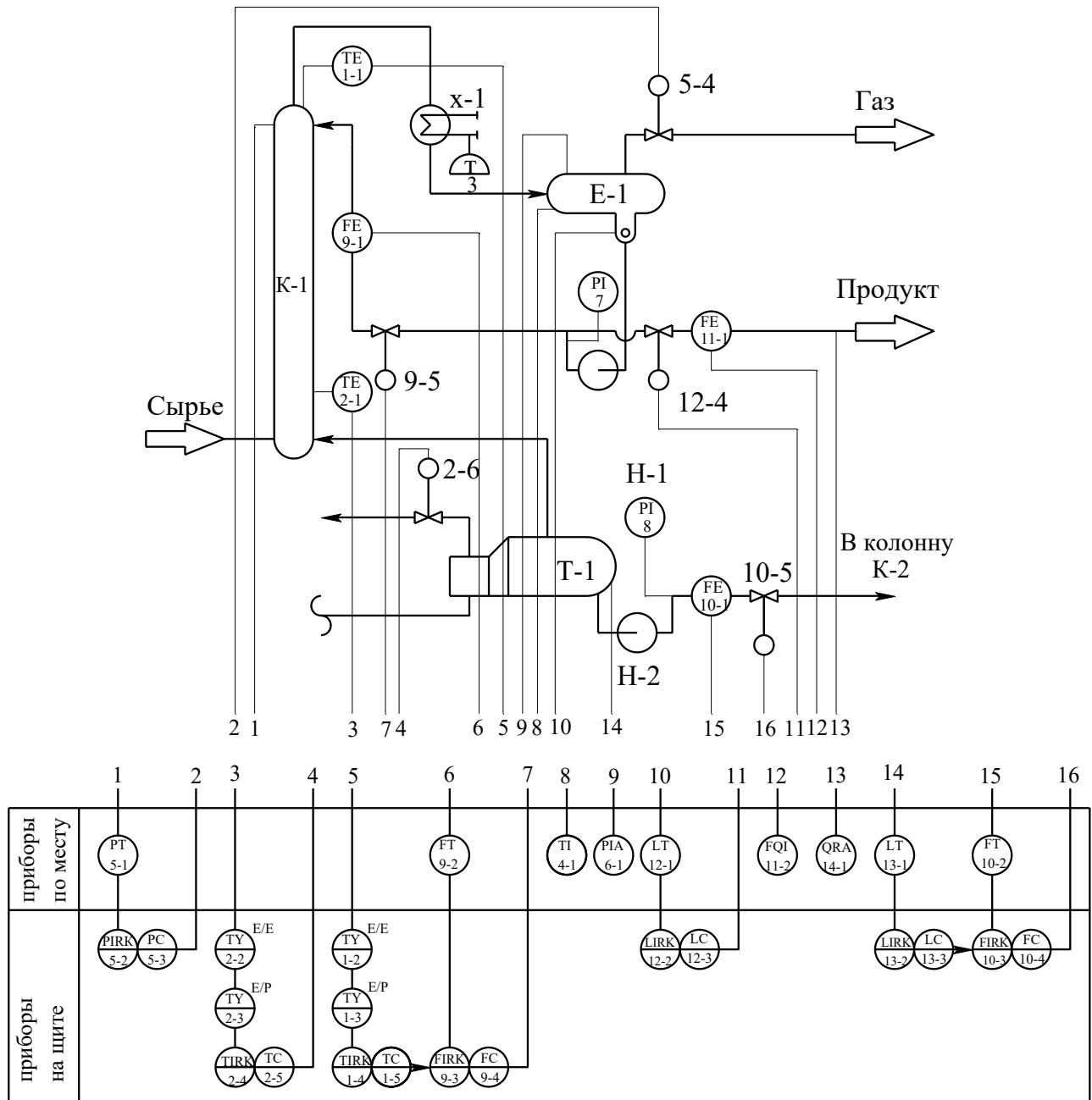
Приложение 12
Схема автоматизации (упрощенная)



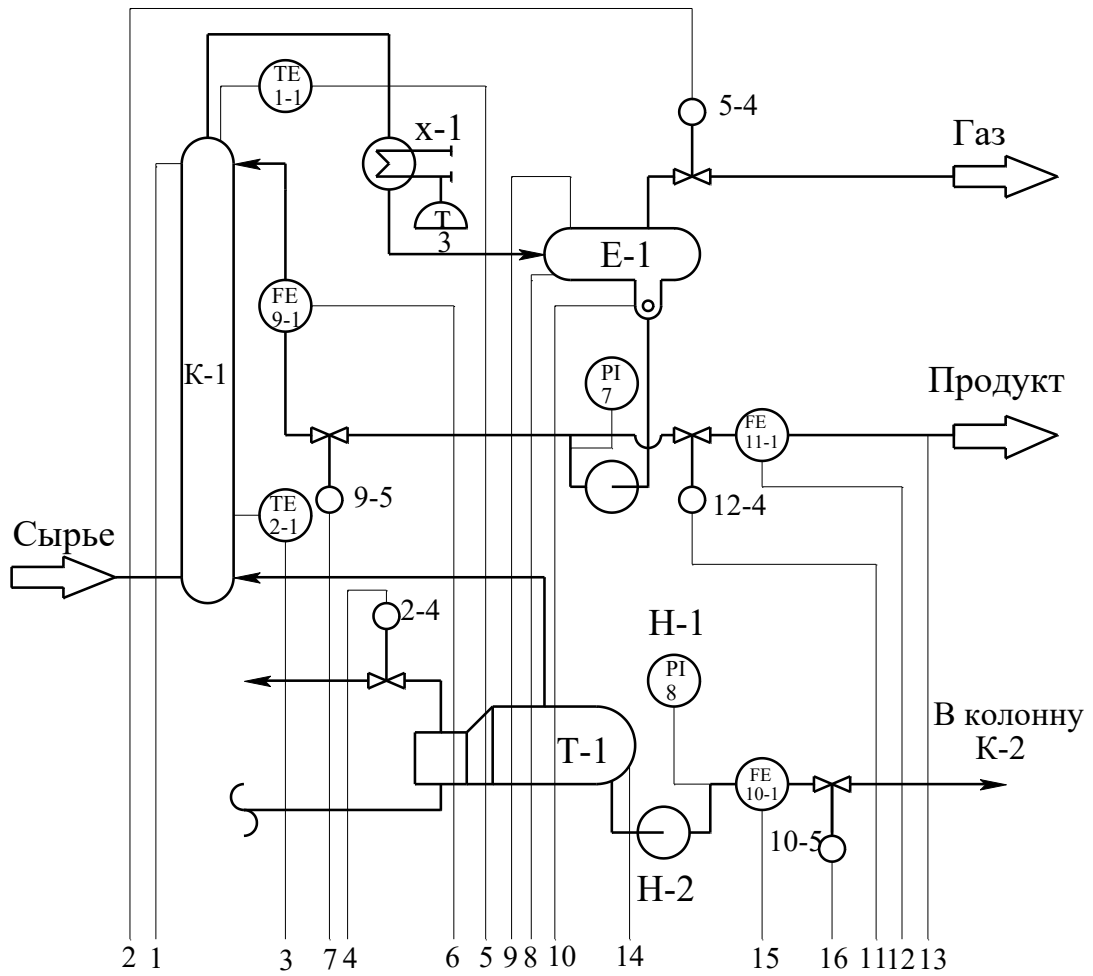
Приложение 13 Схема автоматизации (развернутая)



Приложение 14 Схема автоматизации (развернутая)

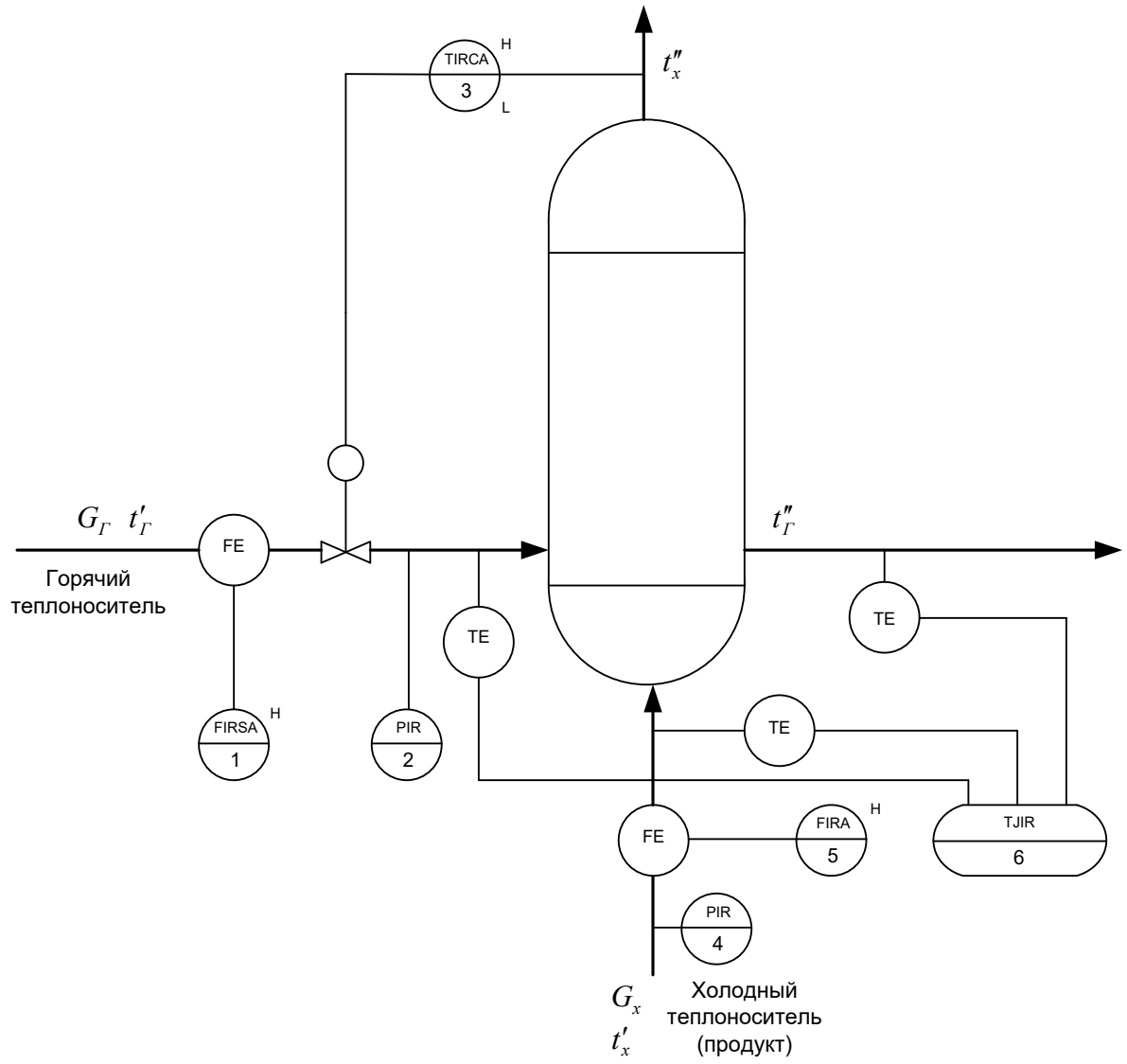


Приложение 15
Схема автоматизации (развернутая)

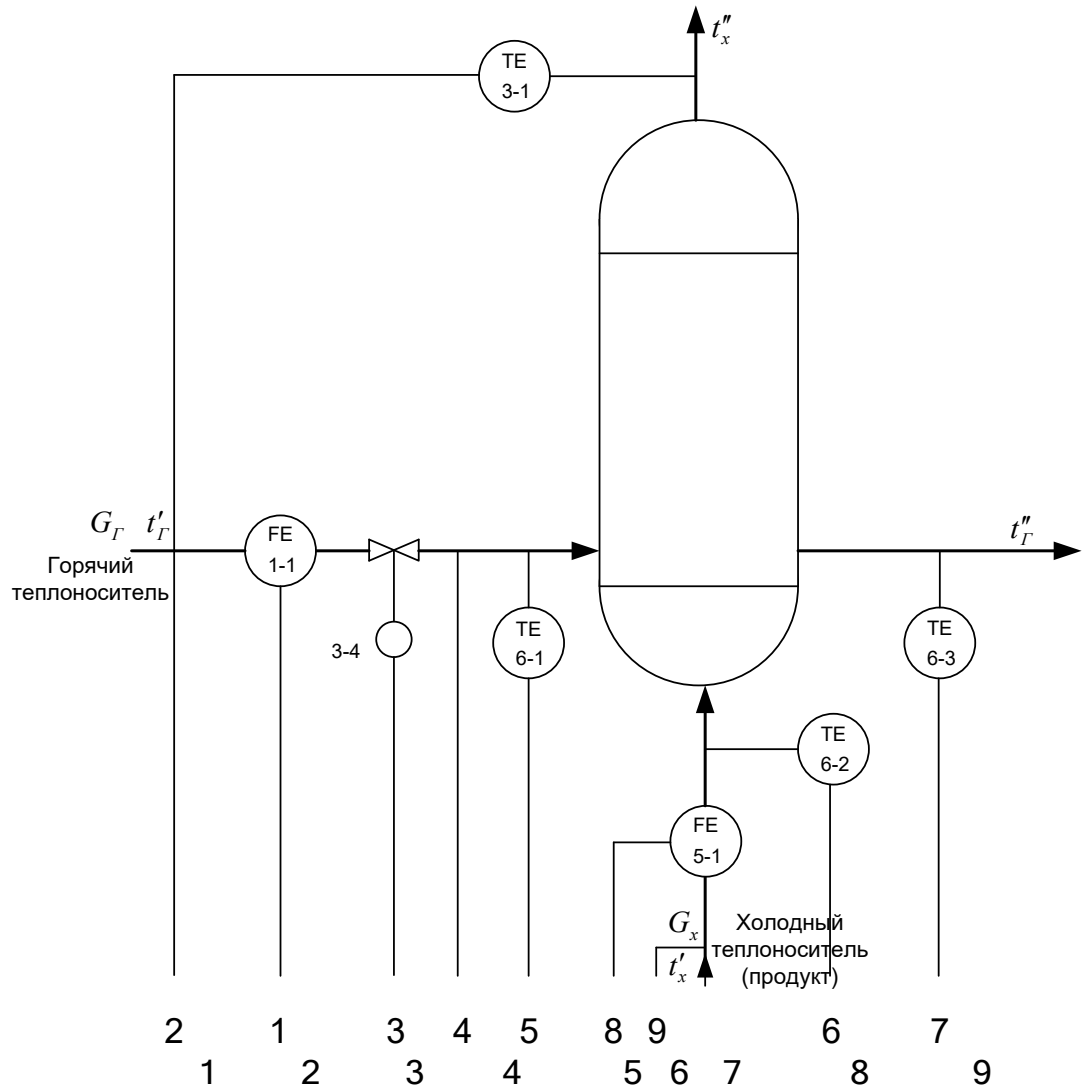


		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
МПК	приборы по месту	PT 5-1					FT 9-2		TI 4-1	PIA 6-1	LT 12-1		FQI 11-2	QRA 14-1	LT 13-1	FT 10-2	
	щит преобразователей	PY 5-2 I/I	PY 5-3 I/P	TY 2-2 E/E	TY 2-3 E/P	TY 1-2 E/E	FY 9-3 I/I	FY 9-4 I/P			LY 12-1 I/I	LY 12-3 I/P			LY 13-2 I/I	FY 10-3 I/I	FY 10-4 I/P
	I	●		●		●	●				●	●			●	●	
	R	●		●		●	●				●	●			●	●	
	C	●		●		●	●				●	●			●	●	
	S	●		●		●	●				●	●			●	●	
	A																
	H																

Приложение 16
Схема автоматизации (упрощенная)



Приложение 17
Схема автоматизации (развернутая)



	2	1	3	4	5	8	9	6	7
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приборы по месту	FT 1-2				PT 2-1			FT 5-2	PT 4-1
Щит преобразователей	FY 1-3	E/E	TY 3-2	E/E	TY 3-3	E/P	PY 2-2	E/E	TY 6-4
МПК									
I	•	•	•	•	•	•	•	•	•
R	•	•	•	•	•	•	•	•	•
C		•	•					•	
S									
A	•							•	
H	•	•							

Приложение 18

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.	
		1-1	ДК6-150 ГОСТ 26969-86	Диафрагма камерная	2		
		5-1					
		1-2	Сапфир-22М-ДД	Преобразователь разности	2		
		5-2	ТУ 25-2472.0049-89	давлений			
			модель 2430				
		1-3	БПС-90К ТУ25-7439.0016-90	Блок преобразования сигналов,	2		
		5-3		искрозащиты и питания			
		2-1	Сапфир-22М-ДИ	Преобразователь избыточного	2		
		4-1	ТУ 25-2472.0049-89	давления			
			модель 2150				
		2-2	БПС-90П ТУ25-7439.0016-90	Блок преобразования сигналов,	2		
		4-2		искрозащиты и питания			
		3-1	ТСМ-0193-01,	Термопреобразователь	1		
			ТУ 311-00226253.035-93	сопротивления медный			
		3-2	НПТ-2, ТУ 4227-028-10474265-98	Преобразователь	1		
			42 2710 модель НПТ-2.1	температуры нормирующий			
		3-3	ЭПП-1	Преобразователь	1		
				электропневматический			
		3-4	25с48нж	Клапан регулирующий	1		
		6-3					
		6-4	Ш9327, ТУ4227-005-12296299-95	Преобразователь	1		
				температуры нормирующий			
КП – НТИ СКФУ – ИСЭА – *** – 14							
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата			
Разработ.		Иванов И. И.			Проектирование системы автоматизации процесса синтеза в производстве карбамида	НТИ СКФУ, гр. Н-АТП-мо-13-1	
Проверил		Лубенцов В.Ф.					
Н. контр.							
Утв.		Болдырев Д.В					
					Литера	Лист	Листов
					У	1	1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НЕВИННОМЫССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ФИЛИАЛ)»**

Методические указания к самостоятельной работе
для студентов направления
15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
по дисциплине
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ»

Невинномысск, 2024

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО в части содержания и уровня подготовки выпускников направления подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Методические указания содержат рекомендации по организации самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Проектирование систем автоматизации».

Составитель доцент кафедры ИСЭА Д.В. Болдырев

Ответственный редактор доцент кафедры ИСЭА А.А. Евдокимов

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	38
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ»	41
1.1. Подготовка к лекциям.....	43
1.2. Подготовка к практическим занятиям	45
1.3. Самостоятельное изучение материала тем	47
1.4. Подготовка к экзамену	50
2. СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ»	52
3. ОТЧЕТНОСТЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	69
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	70

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Проектирование систем автоматизации» ставит своей целью формирование следующих компетенций будущего магистра по направлению подготовки 15.04.04 — Автоматизация технологических процессов и производств.

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	ИД-1 _{УК-2} . Формулирует цель проекта, обосновывает его значимость и реализуемость, этапы жизненного цикла проекта.	Демонстрирует знание методов управления проектами; этапов жизненного цикла проекта.
	ИД-2 _{УК-2} . Обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами.	Разрабатывает и анализирует альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов. Разрабатывает проекты, определяет целевые этапы и основные направления работ.
	ИД-3 _{УК-2} . Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные	Имеет практический опыт разработки проектов в избранной профессиональной сфере; методами оценки эффективности проекта,

	изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	а также потребности в ресурсах.
ОПК-3. Способен организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов.	ИД-1 _{ОПК-3} . Организовывает работы по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов.	Применяет основные принципы и методы организации работ коллективов исполнителей и принимает решения с учетом спектра мнений по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов.
	ИД-2 _{ОПК-3} . Демонстрирует понимание адаптации современных версий систем управления к конкретным условиям производства на основе действующих стандартов.	Демонстрирует умение определять порядок выполнения работ, организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов.
	ИД-3 _{ОПК-3} . Проводит работы по адаптации современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе действующих стандартов.	Имеет практический опыт адаптации современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе действующих стандартов.
ОПК-4. Способен разрабатывать методические и нормативные	ИД-1 _{ОПК-4} . Разрабатывает методические и нормативные	Демонстрирует умение разрабатывать методические документы при

документы, в том числе проекты стандартов и сертификатов, с учетом действующих стандартов качества, обеспечивать их внедрение на производстве.	документы с учетом действующих стандартов качества и надежности.	реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание систем автоматизации.
	ИД-2 _{ОПК-4} . Проводит мероприятия по внедрению методических и нормативных документов на профильном производстве.	Демонстрирует понимание содержания мероприятий по внедрению методических и нормативных документов на профильном производстве.
	ИД-3 _{ОПК-4} . Разрабатывает проекты стандартов и сертификатов, с учетом действующих стандартов качества, обеспечивать их внедрение на производстве.	Демонстрирует знание организации работ по разработке проектов стандартов и сертификатов, с учетом действующих стандартов качества, обеспечивать их внедрение на производстве.

Главными задачами дисциплины являются: ознакомление студентов со стадиями и этапами проектирования систем автоматизации и управления, с проектной документацией; приобретение практических навыков проектирования систем автоматизации и управления.

Студент после изучения дисциплины «Проектирование систем автоматизации» должен

знать:

- прогрессивные методы эксплуатации средств технологического оснащения, автоматизации и управления производством в отрасли;
- стандарты, методические и нормативные материалы,

сопровождающие проектирование производства и эксплуатацию средств технологического оснащения, автоматизации и управления;

- принципы, методы и способы комплексирования аппаратных и программных средств при создании систем автоматизации и управления;

владеть:

- современными методами проектирования технологических процессов, разработки систем автоматизации и управления с использованием компьютерной техники;
- методами рационального выбора средств технологического оснащения, автоматизации и управления для производства изделий отрасли;
- методами осуществления технического контроля, разработки технической документации, в том числе по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.

Методические указания предназначены для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Проектирование систем автоматизации» с учетом требований ФГОС ВО для направления подготовки 15.04.04— Автоматизация технологических процессов и производств. Они способствуют лучшему усвоению студентами теоретических положений и обеспечивает приобретение практических навыков по исследованию элементов и систем автоматического регулирования и управления.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ»

Самостоятельная работа студентов (далее — СРС) является неотъемлемой составляющей образовательного процесса в Университете и

является обязательной для каждого студента. Основная цель СРС — освоение в полном объеме образовательной программы и последовательное формирование компетенций эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности. Самостоятельная работа конкретна по своей предметной направленности и сопровождается непрерывным контролем и оценкой ее результатов.

Количество часов, отводимое на самостоятельную работу, определяется учебным планом направления подготовки 15.04.04.

Содержательно самостоятельная работа студентов определяется ФГОС ВО направления подготовки 15.04.04, программой и учебно-методическим комплексом дисциплины «Проектирование систем автоматизации».

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей дисциплины «Проектирование систем автоматизации», объема часов на ее изучение, вида заданий для СРС, индивидуальных возможностей студентов и условий учебной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов определяются содержанием дисциплины «Проектирование систем автоматизации», степенью подготовленности студентов. Они могут быть тесно связаны с теоретическим курсом и иметь учебный или учебно-исследовательский характер. Форму самостоятельной работы студентов определяют кафедра ИСЭА при разработке программы дисциплины «Проектирование систем автоматизации».

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

СРС, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В учебном процессе выделяют аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине «Проектирование систем автоматизации» выполняется на учебных занятиях (лекциях, практических, лабораторных занятиях и консультациях) под руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов выполняется во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве и контроле преподавателя, но без его непосредственного участия. СРС включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекционным и практическим) и выполнение соответствующих заданий;
- работу над отдельными темами учебных дисциплин (модулей) в соответствии с учебно-тематическими планами;
- выполнение контрольных работ;
- подготовку ко всем видам промежуточных и итоговых контрольных испытаний.

1.1. Подготовка к лекциям

Главное в период подготовки к лекционным занятиям — научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который

является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Слушание и запись лекций — сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Конспект лекций лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

1.2. Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с методическими указаниями, которые включают содержание работы. Тщательное продумывание и изучение вопросов основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной теме. На основе индивидуальных предпочтений студенту необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме и по возможности подготовить по нему презентацию.

Если программой дисциплины предусмотрено выполнение практического задания, то его необходимо выполнить с учетом предложенной инструкции (устно или письменно). Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы семинара, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы практическое занятие может состоять из четырех-пяти частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.
2. Доклад и/или выступление с презентациями по выбранной проблеме.
3. Обсуждение выступлений по теме — дискуссия.
4. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания.
5. Подведение итогов занятия.

Первая часть — обсуждение теоретических вопросов — проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний студентов. Примерная продолжительность — до 15 минут. Вторая часть — выступление студентов с докладами, которые должны сопровождаться презентациями с целью усиления наглядности восприятия, по одному из вопросов практического занятия. Обязательный элемент доклада — представление и анализ статистических данных, обоснование социальных последствий любого экономического факта, явления или процесса. Примерная продолжительность — 20-25 минут. После докладов следует их обсуждение — дискуссия. В ходе этого этапа практического занятия могут быть заданы уточняющие вопросы к докладчикам. Примерная продолжительность — до 15-20 минут. Если программой предусмотрено выполнение практического задания в рамках конкретной темы, то преподавателями определяется его содержание и дается время на его выполнение, а затем идет обсуждение результатов. Подведением итогов заканчивается практическое занятие.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет студентам проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

1.3. Самостоятельное изучение материала тем

Конспект — наиболее совершенная и наиболее сложная форма записи. Слово «конспект» происходит от латинского «conspectus», что означает «обзор, изложение». В правильно составленном конспекте обычно выделено самое основное в изучаемом тексте, сосредоточено внимание на наиболее существенном, в кратких и четких формулировках обобщены важные теоретические положения.

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться тексту, прибегая зачастую к прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Конспект книги обычно ведется в тетради. В самом начале конспекта указывается фамилия автора, полное название произведения, издательство, год и место издания. При цитировании обязательная ссылка на страницу книги. Если цитата взята из собрания сочинений, то необходимо указать соответствующий том. Следует помнить, что четкая ссылка на источник — неперемutable правило конспектирования. Если конспектируется статья, то указывается, где и когда она была напечатана.

Конспект подразделяется на части в соответствии с заранее продуманным планом. Пункты плана записываются в тексте или на полях конспекта. Писать его рекомендуется четко и разборчиво, так как небрежная запись с течением времени становится малопонятной для ее автора. Существует правило: конспект, составленный для себя, должен быть по возможности написан так, чтобы его легко прочитал и кто-либо другой.

Формы конспекта могут быть разными и зависят от его целевого назначения (изучение материала в целом или под определенным углом зрения, подготовка к докладу, выступлению на занятии и т.д.), а также от характера

произведения (монография, статья, документ и т.п.). Если речь идет просто об изложении содержания работы, текст конспекта может быть сплошным, с выделением особо важных положений подчеркиванием или различными значками.

В случае, когда не ограничиваются переложением содержания, а фиксируют в конспекте и свои собственные суждения по данному вопросу или дополняют конспект соответствующими материалами их других источников, следует отводить место для такого рода записей. Рекомендуется разделить страницы тетради пополам по вертикали и в левой части вести конспект произведения, а в правой свои дополнительные записи, совмещая их по содержанию.

Конспектирование в большей мере, чем другие виды записей, помогает вырабатывать навыки правильного изложения в письменной форме важные теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать и ясно излагать своими словами.

Таким образом, составление конспекта требует вдумчивой работы, затраты времени и труда. Зато во время конспектирования приобретаются знания, создается фонд записей.

Конспект может быть текстуальным или тематическим. В текстуальном конспекте сохраняется логика и структура изучаемого произведения, а запись ведется в соответствии с расположением материала в книге. За основу тематического конспекта берется не план произведения, а содержание какой-либо темы или проблемы.

Текстуальный конспект желательно начинать после того, как вся книга прочитана и продумана, но это, к сожалению, не всегда возможно. В первую очередь необходимо составить план произведения письменно или мысленно, поскольку в соответствии с этим планом строится дальнейшая работа. Конспект включает в себя тезисы, которые составляют его основу. Но, в отличие от тезисов, конспект содержит краткую запись не только выводов, но и доказательств, вплоть до фактического материала. Иначе говоря, конспект

— это расширенные тезисы, дополненные рассуждениями и доказательствами, мыслями и соображениями составителя записи.

Как правило, конспект включает в себя и выписки, но в него могут войти отдельные места, цитируемые дословно, а также факты, примеры, цифры, таблицы и схемы, взятые из книги. Следует помнить, что работа над конспектом только тогда будет творческой, когда она не ограничена текстом изучаемого произведения. Нужно дополнять конспект данными из других источников.

В конспекте необходимо выделять отдельные места текста в зависимости от их значимости. Можно пользоваться различными способами: подчеркиваниями, вопросительными и восклицательными знаками, репликами, краткими оценками, писать на полях своих конспектов слова: «важно», «очень важно», «верно», «характерно».

В конспект могут помещаться диаграммы, схемы, таблицы, которые придадут ему наглядность.

Составлению тематического конспекта предшествует тщательное изучение всей литературы, подобранной для раскрытия данной темы. Бывает, что какая-либо тема рассматривается в нескольких главах или в разных местах книги. А в конспекте весь материал, относящийся к теме, будет сосредоточен в одном месте. В плане конспекта рекомендуется делать пометки, к каким источникам (вплоть до страницы) придется обратиться для раскрытия вопросов. Тематический конспект составляется обычно для того, чтобы глубже изучить определенный вопрос, подготовиться к докладу, лекции или выступлению на семинарском занятии. Такой конспект по содержанию приближается к реферату, докладу по избранной теме, особенно если включает и собственный вклад в изучение проблемы.

1.4. Подготовка к экзамену

Экзаменационная сессия — очень тяжелый период работы для студентов и ответственный труд для преподавателей. Главная задача экзаменов — проверка качества усвоения содержания дисциплины.

На основе такой проверки оценивается учебная работа не только студентов, но и преподавателей: по результатам экзаменов можно судить и о качестве всего учебного процесса. При подготовке к экзамену студенты повторяют материал курсов, которые они слушали и изучали в течение семестра, обобщают полученные знания, выделяют главное в предмете, воспроизводят общую картину для того, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программы курса и конспект, которые указывают, что в курсе наиболее важно. Основной материал должен прорабатываться по учебнику, поскольку конспекта недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть проработан в течение семестра, а перед экзаменом важно сосредоточить внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением в памяти его краткого содержания в логической последовательности.

До экзамена обычно проводится консультация, но она не может возместить отсутствия систематической работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает лишь ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы. Польза от консультации будет только в том случае, если студент до нее проработает весь материал. Надо учиться задавать вопросы, вырабатывать привычку пользоваться справочниками, энциклопедиями, а не быть на иждивении у преподавателей, который не всегда может тут же, «с ходу» назвать какой-либо факт, имя, событие. На экзамене нужно показать не

только знание предмета, но и умение логически связно построить устный ответ.

Получив билет, надо вдуматься в поставленные вопросы для того, чтобы правильно понять их. Нередко студент отвечает не на тот вопрос, который поставлен, или в простом вопросе ищет скрытого смысла. Не поняв вопроса и не обдумав план ответа, не следует начинать писать. Конспект своего ответа надо рассматривать как план краткого сообщения на данную тему и составлять ответ нужно кратко. При этом необходимо показать умение выражать мысль четко и доходчиво.

Отвечать нужно спокойно, четко, продуманно, без торопливости, придерживаясь записи своего ответа. На экзаменах студент показывает не только свои знания, но и учится владеть собой. После ответа на билет могут следовать вопросы, которые имеют целью выяснить понимание других разделов курса, не вошедших в билет. Как правило, на них можно ответить кратко, достаточно показать знание сути вопроса. Часто студенты при ответе на дополнительные вопросы проявляют поспешность: не поняв смысла того, что у них спрашивают, начинают отвечать и нередко говорят не по сути.

Следует помнить, что необходимым условием правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, поэтому подготовка к экзаменам не должна быть в ущерб сну. Установлено, что сильное эмоциональное напряжение во время экзаменов неблагоприятно отражается на нервной системе и многие студенты из-за волнений не спят ночи перед экзаменами. Обычно в сессию студенту не до болезни, так как весь организм озабочен одним — сдать экзамены. Но это еще не значит, что последствия неправильно организованного труда и чрезмерной занятости не скажутся потом. Поэтому каждый студент помнить о важности рационального распорядка рабочего дня и о своевременности снятия или уменьшения умственного напряжения.

2. СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ»

Вопросы для собеседования

Тема 1. Методологические основы проектирования

1. Дайте определение проектирования автоматизированных систем.
2. Дайте определение автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП).
3. Поясните содержание проектных стадий создания АСУТП.
4. Стадии проектирования и состав проектной документации.
5. Поясните содержание проектных стадий создания АСУТП.
6. Какие задачи решаются на этапе научно-исследовательских работ?
7. Поясните суть стадии «Техническое задание» создания АСУТП.
8. Что представляет собой автоматизированный технологический комплекс (АТК)?
9. Что является управляемой системой в АТК?
10. Что является управляющей системой в АТК?
11. Организация проектирования.
12. Содержание предпроектных работ.
13. Задание на проектирование локальных систем и техническое задание на создание АСУ, их содержание и утверждение.
14. Разработка технико-экономического обоснования проекта. Стадии и этапы, маршруты проектирования, согласование и утверждение.
15. Этапы работ по созданию автоматизированной системы на стадии «Эскизный проект».
16. Этапы работ по созданию автоматизированной системы на стадии «Технический проект».

17. Этапы работ по созданию автоматизированной системы на стадии «Рабочая документация».
18. Почему проектирование обычно имеет итерационный характер?

Тема 2. Структурные схемы

1. Каково назначение структурных схем систем автоматизации?
2. Какой вид имеет структурная схема централизованной АСУТП?
3. Какой вид имеет структурная схема децентрализованной АСУТП?
4. Какой вид имеет структурная схема многоуровневой АСУТП?
5. Какой вид имеет структурная схема управления и контроля?

Тема 3. Технологические схемы

1. Как изображают на схемах технологические аппараты?
2. Как изображаются коммуникации?
3. Как изображают на схемах трубопроводы вспомогательного назначения?
4. Что изображается на технологических трубопроводах автоматизируемой установки?

Тема 4. Функциональные схемы

1. Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации.
2. Буквенное обозначение приборов и контуров контроля и управления.
3. Способы выполнения схемы автоматизации.
4. В соответствии с какими документами показываются на функциональных схемах автоматизации приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники?

5. Какие способы построения условных обозначений установлены в стандарте?
6. Когда проводится горизонтальная разделительная черта внутри обозначения первичных преобразователей и приборов?
7. В каких случаях необходимо указывать наименование или символ измеряемой величины, например, «напряжение», «ток», рН, O₂ и т. д. около изображения прибора (справа от него)?

Тема 5. Принципиальные электрические схемы

1. В чем заключаются требования к электрической схеме?
2. В чем заключается надежность электрической схемы?
3. В чем заключается простота и экономичность электрической схемы?
4. В чем заключается четкость действия электрической схемы?
5. В чем заключается удобство эксплуатации электрической схемы?

Тема 6. Принципиальные пневматические и гидравлические схемы

1. В чем заключаются требования к пневматической или гидравлической схеме?
2. Какой вид имеет пневматическая схема стабилизирующей АСР?
3. Какой вид имеет пневматическая схема следящей АСР?
4. Какой вид имеет пневматическая схема системы программного регулирования?
5. Какой вид имеет пневматическая схема системы каскадно-связанного регулирования?
6. В чем заключается удобство эксплуатации электрической схемы?

Тема 7. Мнемосхемы

1. Что из себя представляет мнемосхема?
2. Когда эффективно применение мнемосхем?

3. Какие элементы должны включаться в мнемосхему?
4. Что должно учитываться при компоновке мнемосхемы?
5. Какое назначение выделения элементов и областей мнемосхем?
6. Что понимается под пространственным соответствием мнемосхемы и органов управления оператора?
7. К каким элементам мнемосхем предъявляются повышенные требования?

Тема 8. Текстовые материалы проекта

1. Состав документов на стадии создания АС «Эскизный проект».
2. Состав документов на стадии создания АС «Технический проект».
3. Состав документов на стадии создания АС «Рабочая документация».
4. Состав документов на стадии создания АС «Технорабочий проект».
5. Характеристика проектной документации. Состав и содержание графической и текстовой частей проекта и рабочей документации на локальные системы.
6. В каких случаях разрабатывается пояснительная записка к проекту?
7. Какие разделы должна содержать пояснительная записка стадии «Технорабочий проект»?
8. Какие разделы должна содержать пояснительная записка для проектно-сметной документации?
9. Какие разделы должна содержать спецификация оборудования?
10. Какие разделы должна содержать ведомость потребности в материалах?
11. Как выполняется сметный расчет на приобретение и монтаж средств автоматизации?
12. Какие разделы должна содержать локальная смета?

Тема 9. Проектирование электрических проводок

1. Допускается ли применять в системах электропитания автоматизируемого объекта напряжение, требующее дополнительного преобразования?
2. Какие системы электропитания используются для стационарно установленных приборов, аппаратов и средств автоматизации переменного и постоянного тока в помещениях всех категорий опасности в отношении поражения людей электрическим током?
3. Какое питание рекомендуется осуществлять для схем производственной сигнализации?
4. Какое напряжение должно применяться для питания стационарного освещения монтажной стороны шкафов щитов, в том числе и малогабаритных (в тех случаях, когда в этом есть необходимость)?
5. Какое напряжение должно применяться для питания стационарного освещения фасадной стороны шкафов щитов, устанавливаемых в производственных помещениях?
6. Какие сочетания аппаратов управления и защиты должны применяться в питающей и распределительной сетях системы электропитания?
7. Какие сочетания аппаратов управления и защиты должны применяться в цепях контрольно-измерительных приборов, регулирующих устройств, трансформаторов, выпрямителей и т.д.?
8. Какие сочетания аппаратов управления и защиты должны применяться в питающих цепях схем производственной сигнализации, в цепях стационарного освещения щитов?
9. С учетом каких основных требований должен производиться выбор аппаратов управления и защиты в системах электропитания?
10. Какие основные требования следует учитывать при решении вопроса о необходимости резервирования в схеме электропитания системы автоматизации?

11. Какие схемы питающей сети системы электропитания применяются в соответствии с требованиями резервирования и взаимным расположением щитов (сборок)?
12. В каких случаях принципиальные схемы контуров контроля и регулирования допускается не разрабатывать?
13. В каких случаях допускается совмещение схем различного функционального назначения (например, схемы питания со схемой управления) с соблюдением правил выполнения этих схем?
14. Что в общем случае должно изображаться на чертежах принципиальных электрических схем системы автоматизации?
15. Должны ли устанавливаться общие аппараты управления и защиты в цепях питания регуляторов и приборов, состоящих из нескольких элементов, работающих взаимосвязано (например, отдельные блоки регуляторов, датчики и вторичные приборы)?
16. Каким условиям должны удовлетворять сечения проводников на любом участке сетей?
17. Учитывается ли при выборе сечений проводников по условию нагревания электрическим током допустимые токовые нагрузки на провода и кабели и условия прокладки?
18. Из каких условий определяется расчетный ток, по которому выбирается сечение проводников?
19. Какие должны быть наименьшие допустимые сечения жил проводов и кабелей в электропроводах систем автоматизации?
20. Допускается ли объединять в одном кабеле, защитной трубе, пакете проводов цепи измерения, управления, сигнализации, питания и т. п., включая цепи питания и управления электродвигателями исполнительных механизмов и электроприводами задвижек, напряжением до 440 В переменного и постоянного токов?
21. Допускается ли объединять в одном кабеле, защитной трубе, пакете проводов взаиморезервируемые цепи питания, управления?

22. Допускается ли объединять в одном кабеле, защитной трубе, пакете проводов цепи систем пожарной сигнализации и пожарной автоматики?
23. Как осуществляется совместная прокладка электропроводок систем автоматизации с применением многожильных кабелей для цепи датчиков, первичных измерительных преобразователей, исполнительных механизмов и т. п., рассредоточенных по автоматизируемому объекту?
24. Как осуществляется совместная прокладка электропроводок систем автоматизации, если и производственных помещениях предусмотрены местные щиты?
25. В чем эффективность применение магистральных многожильных кабелей?

Тема 10. Проектирование трубных проводок

1. Что называется трубной проводкой?
2. Что собой представляют трубные проводки? Виды трубных проводок по назначению.
3. Какие основные требования, предъявляются к трубным проводкам, применяемым при монтаже приборов и средств автоматизации?
4. Какие общие правила построения схем импульсных трубных проводок, заполненных жидкостью, можно сформулировать с учетом физических процессов, происходящих в жидкостях?
5. Какие общие правила построения схем импульсных трубных проводок, заполненных газом, можно сформулировать с учетом физических процессов, происходящих в газах?
6. На какие проводки подразделяются трубные проводки по функциональному назначению?
7. На какие проводки подразделяются трубные проводки по расположению?

8. Какие рекомендации и Международные стандарты существуют для выбора сортамента, материалов и диаметров труб для наиболее распространенных трубных проводок в зависимости от их длин, характеристик транспортируемых веществ (газ, пар, жидкость) и их параметров (давления, температуры)?
9. Устанавливаются ли пределы температур к трубным проводкам, в которых возможен длительный проток контролируемых веществ, например, при продувке?
10. Устанавливаются ли пределы температур к трубным проводкам, в которых поток контролируемых веществ отсутствует?
11. Какая арматура допускается на трубопроводах для высокоагрессивных сред?
12. Какому требованию должна отвечать арматура, соединительные и присоединительные устройства, устанавливаемые на импульсных и командных линиях связи?
13. Какие резьбовые соединительные и присоединительные устройства рекомендуется преимущественно применять для присоединения трубных проводок СА к технологическим аппаратам и трубопроводам, к приборам и средствам автоматизации, а также для соединения отдельных участков трубных проводок между собой?
14. Что изображаются на схеме внешних электрических и трубных проводок?

Тема 11. Проектирование щитов и пультов

1. Как подразделяют щиты по назначению, по конструкции, по месту установки?
2. Как подразделяют пульты по назначению, по конструктивному исполнению?
3. Где размещают технические средства, отображающие информацию о ходе процесса, работе оборудования при проектировании систем

автоматизации технологических или отдельных технологических и инженерных систем (установок, оборудования)?

4. На каком этапе работ устанавливаются на объекте щиты и пульта?
5. Какие общие требования, предусмотренные в СНиП, должны учитываться при установке щитов и пультов?
6. Что должен содержать чертеж общего вида единичного щита?
7. Что должен содержать чертеж общего вида составного щита?
8. Что включают в раздел «Документация»?
9. Какие требования (принципы компоновки) необходимо учитывать при расположении приборов и аппаратуры на панелях щита (пульта)?
10. Каковы общие требования к установке щитов и пультов в щитовых помещениях?
11. Какая поверхность пульта используется для размещения аппаратов и приборов? Рекомендуется ли устанавливать аппараты и приборы на внутренних стенках пульта?
12. Можно ли устанавливать аппаратуру с открытыми токоведущими частями на дверях щитов с углом открытия 90-110°? Какие щиты при необходимости для этой цели допускается использовать?
13. Для каких видов щита выполняют таблицы соединений и подключений?
14. Нужно ли в таблице соединений приводить ссылку на электрические принципиальные схемы, схемы внешних проводок (соединений, подключения)?
15. Какие правила существуют при выполнении таблицы подключения проводок?
16. Из каких разделов должна состоять спецификация щитов и пультов?
17. Что прокладывается вне щитов и кроссовых шкафов?

Тема 12. Пункты управления

1. Что понимается под компоновочным решением пункта управления?
2. Что понимается под рациональной организацией предметно-пространственного окружения оператора?
3. На основании чего намечается разделение пространства пункта управления на функциональные зоны?
4. Какие факторы окружающей среды оказывают наибольшее влияние на состояние оператора?
5. Какие основные инженерно-технические требования к пунктам управления?

Критерии оценивания компетенций

Оценка «**зачтено**» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускаются некоторые неточности, недостаточно правильные формулировки в изложении программного материала, затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «**не зачтено**» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Вопросы к экзамену

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

1. Общая характеристика процесса проектирования.
2. Функциональная архитектура АСУТП.
3. Системная архитектура АСУТП.

4. Этапы создания АСУТП.
5. Жизненный цикл АСУТП.
6. Структурные схемы систем автоматизации.
7. Структурные схемы управления и контроля.
8. Изображение технологической аппаратуры и коммуникаций.
9. Правила выполнения технологических схем.
10. Изображения приборов и средств автоматизации на функциональных схемах.
11. Правила выполнения функциональных схем.
12. Условные обозначения и маркировка элементов электрических схем.
13. Правила выполнения электрических схем.
14. Условные обозначения и маркировка элементов пневматических и гидравлических схем.
15. Правила выполнения пневматических и гидравлических схем.
16. Назначение мнемосхем. Классификация мнемосхем. Обозначения элементов на мнемосхемах.
17. Правила выполнения мнемосхем. Эргономические требования к мнемосхемам.
18. Пояснительная записка.
19. Спецификация оборудования.
20. Ведомость потребности в материалах.
21. Локальная смета.
22. Назначение и общие требования к схемам электропитания. Требования к источникам питания, проводам и кабелям.
23. Схемы электропитания. Резервирование и автоматическое включение резерва.
24. Выбор аппаратуры управления и защиты схем электропитания. Места установки аппаратуры управления и защиты.
25. Назначение и характеристики электрических проводок.

26. Способы выполнения электрических проводок. Выбор проводов и кабелей.
27. Назначение и общие требования к пневматическим схемам питания. Требования к пневматическим источникам питания.
28. Схемы пневмопитания.
29. Назначение и характеристики трубных проводок.
30. Способы выполнения трубных проводок. Выбор труб и пневмокабелей.
31. Назначение и конструкция щитов и пультов. Эргономические требования к щитам и пультам.
32. Размещение и установка щитов и пультов в щитовых помещениях.
33. Монтажные зоны щитов и пультов.
34. Расположение приборов и аппаратуры на фасадных панелях щитов и пультов.
35. Расположение аппаратуры, арматуры и проводок в щитах, пультах и стативах.
36. Проектная документация на щиты, пульта и комплекты технических средств операторских помещений.
37. Чертежи общих видов щитов и пультов. Общие требования к разработке чертежей.
38. Таблицы соединений и подключений.
39. Спецификация щитов и пультов.
40. Инженерно-технические требования к пунктам управления.
41. Компоновочные и планировочные решения пунктов управления.
42. Создание комфортных условий в пунктах управления.

Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой,

свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Оценочные средства для курсового проекта

1. Примерная тематика курсовых проектов

Направление деятельности	Примерная тематика
Научно-исследовательская	Статическая идентификация технологического объекта управления Динамическая идентификация технологического объекта управления Синтез автоматизированной системы регулирования технологических параметров
проектно-конструкторская	Автоматизация установки абсорбции-десорбции аммиака в производстве карбамида

	<p>Автоматизация установки кристаллизации и гранулирования в производстве карбамида</p> <p>Автоматизация установки абсорбции ацетилена</p> <p>Автоматизация установки компримирования углекислого газа в производстве карбамида</p> <p>Автоматизация установки кристаллизации и гранулирования в производстве карбамида</p> <p>Автоматизация пускового котла в производстве аммиака</p> <p>Автоматизация насосной высокого давления аммиака в производстве карбамида</p>
конструкторско-технологическая	<p>Автоматизация технологического комплекса гранулирования и сушки в производстве сложных минеральных удобрений</p> <p>Автоматизация отделения синтеза в производстве аммиака</p> <p>Автоматизация синтеза карбамида</p> <p>Автоматизация отделения конверсии в производстве азотной кислоты</p> <p>Автоматизация паровой конверсии метана в производстве аммиака</p> <p>Автоматизация процесса очистки конвертированного газа от CO₂ в производстве аммиака</p> <p>Автоматизация конверсии метана в производстве уксусной кислоты</p> <p>Автоматизация отделения синтеза в производстве уксусной кислоты</p>

2. Структура проекта

Курсовой проект имеет следующую композиционную структуру: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, список используемых источников, приложения.

1. Аналитический раздел

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикаторы
Способен анализировать технологический	Проанализировать технологический процесс как объект автоматизации	ИД-1 _{ОПК-5} ИД-2 _{ОПК-5} ИД-3 _{ОПК-5}

процесс как объект управления		
Способен анализировать существующий уровень автоматизации технологического процесса для выявления его недостатков	Проанализировать существующий уровень автоматизации технологического процесса	ИД-1 _{ОПК-5} ИД-2 _{ОПК-5} ИД-3 _{ОПК-5}
Способен обосновывать необходимость разработки проекта автоматизированной системы управления	Составить технико-экономическое обоснование проекта	ИД-1 _{ОПК-5} ИД-2 _{ОПК-5} ИД-3 _{ОПК-5}

2. Проектный раздел

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикаторы
Способен выполнять декомпозицию комплекса задач и представляет его в виде многоуровневой структуры	Разработать архитектуру автоматизированной системы управления технологическом процессом	ИД-1 _{ОПК-6} ИД-2 _{ОПК-6} ИД-3 _{ОПК-6}
Способен выделять наблюдаемые, регистрируемые и регулируемые параметры технологического процесса и внешние возмущения	Разработать функциональную схему автоматизации	ИД-1 _{ОПК-6} ИД-2 _{ОПК-6} ИД-3 _{ОПК-6}
Способен обосновывать выбор средств контроля и управления	Выбрать и обосновать технические средства автоматизации	ИД-1 _{ОПК-6} ИД-2 _{ОПК-6} ИД-3 _{ОПК-6}

Способен определять логическое и техническое сопряжение средств автоматизации	Разработать функциональную и структурную схему информационных каналов	ИД-1 _{ОПК-6} ИД-2 _{ОПК-6} ИД-3 _{ОПК-6}
Способен определять количественные оценки надежности автоматизированной системы	Оценить надежность проекта	ИД-1 _{ОПК-6} ИД-2 _{ОПК-6} ИД-3 _{ОПК-6}

Графический материал (при необходимости):

- Функциональная схема автоматизации
- Схема прохождения сигналов

3. Расчетный раздел

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикаторы
Способен обосновывать выбор критически важного контура регулирования	Описание контура регулирования	ИД-1 _{ОПК-13} ИД-2 _{ОПК-13} ИД-3 _{ОПК-13}
Способен обосновывать выбор одноконтурной или многоконтурной системы	Выбор и обоснование структуры системы управления	ИД-1 _{ОПК-13} ИД-2 _{ОПК-13} ИД-3 _{ОПК-13}
Способен выполнять идентификацию элементов системы управления	Определение параметров передаточных функций системы управления	ИД-1 _{ОПК-13} ИД-2 _{ОПК-13} ИД-3 _{ОПК-13}
Способен вычислять	Определение настроечных параметров регулятора(ов)	ИД-1 _{ОПК-13} ИД-2 _{ОПК-13}

настроечные параметры регуляторов оптимальным методом		ИД-3 _{ОПК-13}
Способен пересчитывать параметры настройки непрерывного регулятора в параметры настройки цифрового регулятора	Расчет параметров настройки цифрового регулятора(ов)	ИД-1 _{ОПК-13} ИД-2 _{ОПК-13} ИД-3 _{ОПК-13}
Способен находить прямые и косвенные оценки качества процесса регулирования	Оценка качества процесса регулирования	ИД-1 _{ОПК-13} ИД-2 _{ОПК-13} ИД-3 _{ОПК-13}

Графический материал (при необходимости):

- Кривые равной степени затухания
- Переходные процессы в системе управления

Критерии оценивания компетенций

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей

в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется также, если обучающийся отказался защищать курсовой проект.

3. ОТЧЕТНОСТЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Успеваемость студентов по дисциплине оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Перечень основной литературы:

4. Герасимов А.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами : учебное пособие / Герасимов А.В.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 123 с. — ISBN 978-5-7882-1987-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80244.html>(дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

5. Алексеев М.В. Проектирование автоматизированных систем : учебное пособие / Алексеев М.В., Попов А.П.. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2020. — 156 с. — ISBN 978-5-00032-485-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120381.html>(дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

6. Дятлова Е.П. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами : учебно-методическое пособие / Дятлова Е.П.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 68 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102466.html>(дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102466>.

Перечень дополнительной литературы:

5. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления в TRACE MODE : учебное пособие / Тугов В.В., Сергеев А.И., Шаров Н.С.. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 203 с. — ISBN 978-5-7410-1857-6. — Текст : электронный // IPR SMART :

[сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78819.html>(дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Балюбаш, В. А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами : учебно-методическое пособие / В. А. Балюбаш, В. А. Добряков, В. В. Назарова. — СПб. : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2012. — 26 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65758.html>(дата обращения: 15.10.2019). — Режим доступа: для авторизированных пользователей.

7. Гаврилов, А. Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Часть 1 : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. — 220 с. — ISBN 978-5-00032-042-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47452.html>(дата обращения: 15.10.2019). — Режим доступа: для авторизированных пользователей.

8. Гаврилов, А. Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Часть 2 : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. — 200 с. — ISBN 978-5-00032-044-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47451.html>(дата обращения: 15.10.2019). — Режим доступа: для авторизированных пользователей.