

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Юдина Светлана Валентиновна

Должность: Директор АФ КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 11.03.2022 16:39:51

Уникальный программный ключ:

ee380433c1f82e02d4d5ce32f117158c7c34ed0ff4b383f650075f51c9c70790

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

**Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева-КАИ  
(КНИТУ-КАИ)  
Альметьевский филиал**

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

**Методические указания к выполнению курсовой работы**

**Альметьевск  
2019**

## **1. Цель курсовой работы**

Выполнение курсовой работы по дисциплине «Основы проектирования автоматизированных систем» является закреплением знаний студентов по дисциплине и развитием у них навыков проектирования систем автоматизации.

Курсовая работа выполняется на основе индивидуального задания, полученного у преподавателя, или исходных данных, полученных студентом очно-заочной формы обучения на предприятии по месту работы.

При выполнении курсовой работы студент должен подробно изучить технологический процесс, обоснованно выбрать основные параметры контроля и регулирования, выбрать необходимые технические средства, разработать основные чертежи проекта автоматизации.

Основной задачей курсовой работы является развитие у студентов самостоятельности в работе со справочной литературой и данными интернета: межгосударственными, государственными и отраслевыми стандартами Российской Федерации, каталогами заводов-изготовителей, базами данных, сайтами заводов-изготовителей и фирм-поставщиков.

Тематика курсовых работ охватывает вопросы разработки фрагментов рабочей документации автоматизированной системы управления объектом (участком, отделением) технологических производств, общезаводских систем предприятий: водоснабжения, вентиляции, кондиционирования и другие.

При проектировании графической и текстовой частей используют систему автоматизированного проектирования, информацию о технических средствах, изделиях и материалах, имеющуюся на кафедре ЕНДиИТ, а также в процессе работы над курсовой работой студент должен проявлять инициативу по поиску современных средств автоматизации в интернете.

## **2. Организация выполнения курсовой работы**

Тема курсовой работы определяется руководителем.

Название курсовой работы должно быть примерно следующим: «Проектирование автоматизированной системы управления процессом производства чего-либо», например, «Проектирование автоматизированной системы управления процессом загрузки щепы в варочный котел».

При выполнении курсовой работы необходимо:

- 1) изучить технологический процесс и оборудование, в котором он реализуется, используя имеющуюся по данной теме литературу;
- 2) дать перечень технологических параметров, характеризующих технологический режим процесса;
- 3) сформулировать требования к разрабатываемой системе автоматизации;
- 4) выбрать и описать техническую структуру разрабатываемой системы автоматизации;
- 5) разработать функциональную схему автоматизации и дать её описание;
- 6) заполнить заказную спецификацию на приборы и средства автоматизации, используя современные данные о средствах контроля и управления;
- 7) выбрать и сконфигурировать контроллер для системы управления;
- 8) разработать схему внешних соединений (подключений) для заданной автоматической системы регулирования (АСР), дать её описание.

## **3. Состав курсовой работы**

Курсовая работа состоит из графической (чертежи) и текстовой (пояснительная записка) частей. Согласно ГОСТ 7.32-2001 [1], текст пояснительной записки печатается на одной стороне листа бумаги формата А4 в рамках, ограничивающих поле листа в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 [2].

Текст записки должен быть набран в редакторе Microsoft Word шрифтом Times New Roman размером 14 пт с полуторным межстрочным интервалом. Все листы текстовой части должны иметь сквозную нумерацию, начиная с титульного листа и заканчивая приложениями при их наличии.

#### **4. Состав пояснительной записки**

Пояснительная записка включает следующие части:

1. титульный лист;
2. задание на курсовую работу, подписанное руководителем; о выданные исходные данные;
3. содержание;
4. введение;
5. разделы;
6. заключение;
7. библиографический список.

*Бланк титульного листа* для оформления курсового проекта представлен в Приложении 1.

Содержание разделов с перечнем подразделов приведены в *задании на курсовой проект* (Приложение 2).

Пример заполнения ведомости проекта приведен в Приложении 3.

Во *введении* обосновываются актуальность и целесообразность совершенствования существующих и разработки новых систем управления технологическими процессами, применения микроконтроллеров, приводится краткое содержание работы.

Описание технологического процесса и основного оборудования содержит подробное изложение последовательности стадий технологического процесса в объеме, достаточном для постановки задачи автоматизации. Особое внимание студент должен уделить основным технологическим параметрам,

подлежащим измерению, контролю, защите, сигнализации или регулированию. Выбрать, обосновать и согласовать с преподавателем точки (места) на технологической схеме, где будет измеряться тот или иной технологический параметр.

Здесь же приводится принцип действия основного используемого оборудования.

Кроме информации, изложенной в выданном студенту задании, он должен дополнить отсутствующие данные путем изучения литературных источников.

Современные автоматизированные системы управления должны быть распределенными и обладать открытой архитектурой. Выполнение этих условий обеспечивает живучесть системы, возможность её совершенствования и развития.

Учитывая прогресс в области микропроцессорной техники и сетевых технологий, функциональная структура АСУТП представляет собой многоуровневую иерархическую структуру.

Полная техническая структура АСУТП должна отражать все основные средства, необходимые для выполнения функций системы.

Для разработки технической структуры АСУТП, её уровней и выполняемых на каждом уровне управления функций, студент может использовать материал лекционного курса, литературных источников, интернета.

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является основным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления.

ФСА выполняется упрощенным способом. На схемах показывают места установки отборных устройств, первичных приборов, регулирующие органы, исполнительные механизмы и условные графические изображения, в верхней части которых располагаются буквенные обозначения функций контроля и регулирования параметра, а в нижней части - номер системы контроля или

регулирования. На этих схемах не показывают щиты контроля, операторские пункты и компьютеры.

Для повышения надежности системы управления предусматривается возможность как автоматического ведения технологического процесса, так и ручного дистанционного управления и переключения режимов управления.

Сигнализации подлежат все параметры, изменение которых может привести к аварии или серьезному нарушению технологического режима, наиболее ответственные режимные параметры.

Схему необходимо проработать с такой степенью детализации, которая дает не только полное представление о принятых решениях по автоматизации, но и обеспечивает составление заказных спецификаций на все необходимые приборы и средства автоматизации. Сигнализация подразделяется на предупредительную и аварийную, световую и звуковую.

При разработке ФСА используют ГОСТ 21.208-2013 [4]. ФСА выполняется в виде чертежа на листе формата А3. Правильно построенная схема равномерно заполняет все поле листа элементами технологического оборудования, приборами и средствами автоматизации с минимальным количеством пересечений и перегибов линий, обозначающих трубопроводы, и соединительных линий. Для облегчения чтения схем на обозначениях трубопроводов проставляют стрелки, указывающие направление движения вещества, приводят обозначение запорных устройств, имеющих принципиальное значение. Пример выполнения ФСА показан на рис. 1.

На основании ФСА составляется заказная спецификация на приборы и средства автоматизации, вид и размеры которой приводятся на рис. 2.

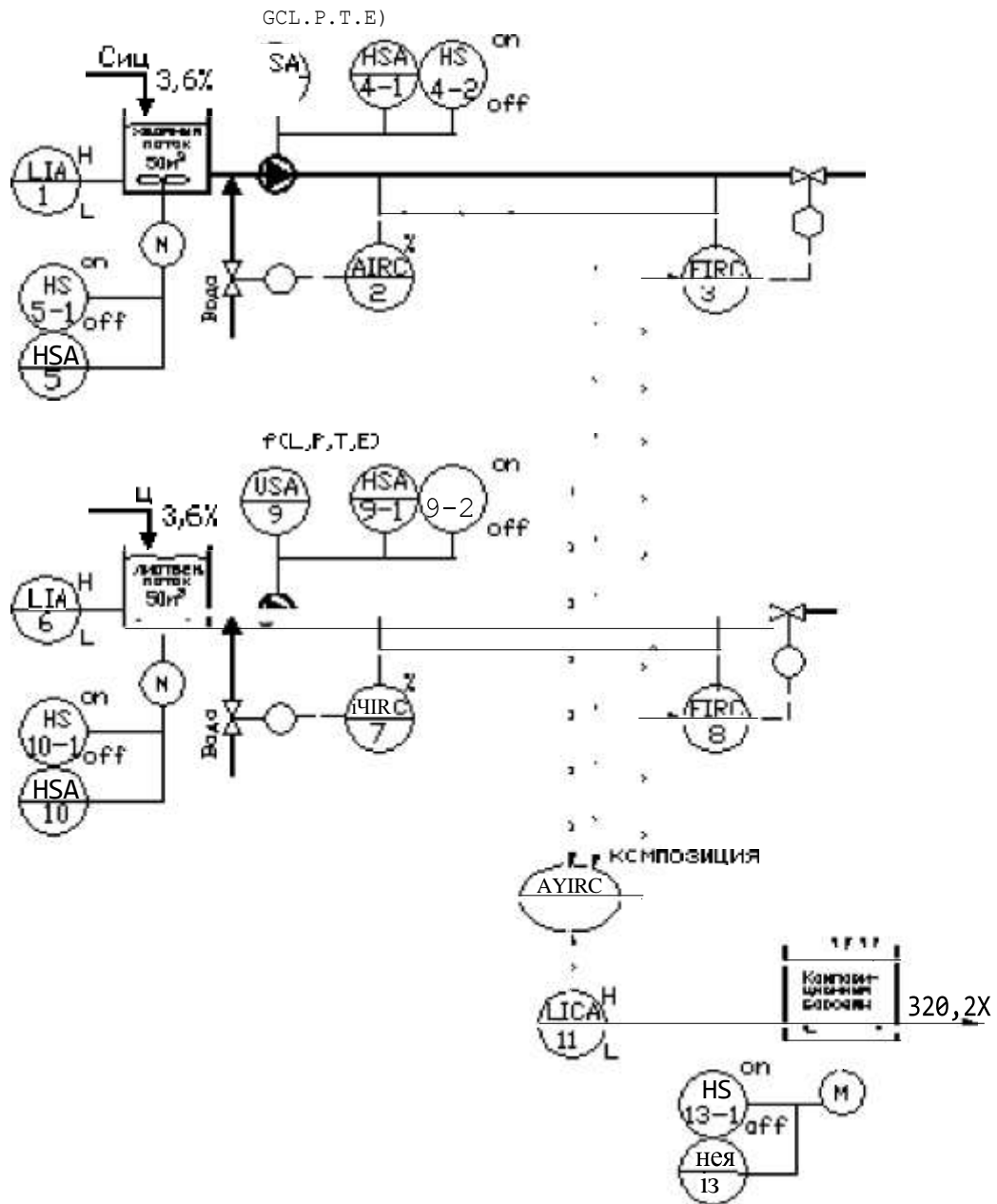


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации процесса приготовления бумажной массы

Заказная спецификация предназначена для закупки приборов и средств автоматизации, необходимых для реализации решений, принятых при разработке технического проекта и отраженных на функциональной схеме автоматизации. Спецификация заполняется в соответствии с ГОСТ 21.110-2013 [5].

Спецификация состоит из следующих граф.

В первой графе спецификации указывается полное буквенно-цифровое позиционное обозначение функций контроля или регулирования согласно функциональной схеме. Затем в этой же графе под данной цифровой позицией перечисляются все элементы в последовательности прохождения сигнала от датчика до исполнительного устройства. Аппаратура и устройства, поставляемые комплектно с приборами, состав которых определяется условиями технологических процессов, включаются в спецификацию за соответствующими позициями приборов после слов «Комплектно поставляются».

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в одну строку. В графе 2 приводят наименование технических средств и их характеристики. Для датчиков указывают наименование и предельное значение параметров измеряемой среды, величину выходного сигнала, погрешность измерения, исполнение по взрывозащите, величину подаваемого питания.

В графе 3 записывают тип и марку используемых технических средств, выбранных по каталогу.

В графах 5 и 7 приводят сведения о заводе-изготовителе и количестве заказываемого оборудования.

В курсовой работе не стоит задача фиксировать в спецификации код продукции, единицу измерения, его массу и заполнять примечание, поэтому графы 4, 6, 8, 9 не заполняются. Пример заполнения спецификации приведен в Приложении 4.





Особенностью рынка программируемых логических контроллеров (ПЛК) является огромное разнообразие их модификаций, вызванное естественной широтой областей применения.

В настоящее время на российском рынке преобладают контроллеры иностранных фирм: Siemens, Mitsubishi, OMRON, Schneider Electric, Honeywell, однако с течением времени увеличивается доля рынка, занятая отечественной продукцией (Текон, Контар, Эмикон, Овен, Элемер, Спекон и др.), что соответствует общемировой тенденции, когда в большинстве стран отечественные фирмы занимают большую долю рынка, чем иностранные.

Каждый производитель выпускает несколько типов ПЛК разной мощности и стоимости, чтобы увеличить прибыль за счет сегментирования рынка. Типовой состав ПЛК включает центральный процессор, память, сетевые интерфейсы, устройства ввода-вывода, источник питания, устройство визуализации данных, программу для программирования. Контроллер относится к проектно-компоновемым изделиям, состав которых потребитель определяет при заказе.

Конфигурация контроллера определяется количеством аналоговых и дискретных входов-выходов, выполняемыми функциями, интерфейсами связи, необходимыми для построения АСУТП.

Используя функциональную схему автоматизации, можно определить информацию об оборудовании и полевых устройствах, связанных с системой управления. Аналоговые и дискретные информационные сигналы от технологического объекта, связанные с системой управления, а также аналоговые и дискретные сигналы управления исполнительными устройствами сводятся в таблицы и используются для выбора необходимого количества модулей ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов системы управления.

Схема внешних соединений отражает расположение технических средств, тип и характеристику используемого кабеля, номера соединительных и разветвительных коробок. Схемы выполняют без соблюдения масштабов. Устройства изображают в виде прямоугольников или условных графических

обозначений с отображением всех выводов (контактов) для подключения проводников.

На схеме соединений, в верхней ее части, размещают таблицу с перечнем технических средств, входящих в схему. Пример выполнения схемы внешних соединений контура регулирования давления, показан в Приложении

В *заключении* содержатся основные выводы по проделанной работе, определяется значение разработанной системы автоматизации для повышения эффективности управления технологическим процессом, роста качества продукции.

*Библиографический список* включает библиографические данные по всем использованным источникам. Источники в списке следует располагать в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки.

Каждая библиографическая запись в списке получает порядковый номер и начинается с красной строки.

Графическая часть курсового проекта — ФСА и схема внешних соединений должны быть выполнены в соответствии с требованиями действующих стандартов в пакете машинной графики «AutoCad» любой версии.

## **5. Общие правила оформления схем**

Схемы выполняются на листах любого стандартного формата: А4 (210x297); А3 (297x420). Выбранный формат должен обеспечивать компактное, наглядное и удобное для пользования выполнение схемы.

Линии на схемах всех типов выполняются в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.721-74 и ГОСТ 2.701-84 [6,7].

Толщины линий выбирают в зависимости от формата схемы и размеров условных графических обозначений. На одной схеме рекомендуется применять не более трех типоразмеров линий по толщине: тонкую  $b$ , утолщенную  $2b$  и толстую  $3b...4b$ , где  $b$  - толщина линии, которая выбирается в зависимости от размеров схемы. Толщину линий выбирают в пределах от 0,2 до 1 мм и выдерживают постоянной во всем комплекте схем. Графические обозначения элементов и линий связи выполняют линиями одинаковой толщины. Рекомендуется использовать линии следующей толщины:

- контуры оборудования (технологические схемы) 0,2-0,5 мм;
  - трубопроводные коммуникации 0,5-1,5 мм;
  - графические обозначения приборов и средств автоматизации 0,5-0,6 мм;
  - соединительные линии и горизонтальная черта внутри обозначения прибора (окружности) 0,2-0,3 мм;
  - линии выносок 0,2-0,3 мм.
  - Для надписей и цифр рекомендуется использовать следующие размеры стандартного шрифта:
    - для позиционных обозначений комплектов средств автоматизации цифры и прописные буквы латинского алфавита - 3,5 мм;
    - для пояснительного текста и надписей - 3,5-5,0 мм.
    - В надписях и текстах применяют только общепринятые сокращения слов.
- В тексте не допускается сокращение обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в заголовках таблиц. Единица физической величины одного и того же параметра в пределах документа должна быть постоянной.

## Библиографический список

1. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. - М.: Стандартинформ, 2001. - 22 с.
2. ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - М.: Стандартинформ, 2007. - 14 с.
3. ГОСТ 2.106-96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы. - М.: Стандартинформ, 2007. - 30 с.
4. ГОСТ 21.208-2013. Межгосударственный стандарт. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. - М.: Стандартинформ, 2015. - 27 с.
5. ГОСТ 21.110-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Спецификация оборудования, изделий и материалов. - М.: Стандартинформ, 2014. - 6 с.
6. ГОСТ 2.721-74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. - М.: Стандартинформ, 2008. - 33 с.
7. ГОСТ 2.701-2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. - М.: Стандартинформ, 2009. - 13 с.

**Образец оформления титульного листа курсовой работы**  
**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева-КАИ  
(КНИТУ-КАИ)  
Альметьевский филиал

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине «Основы проектирования автоматизированных систем»

Вариант №

**Тема «Название темы согласно варианту»**

Работу выполнил:  
студент группы

Фамилия И.О.  
[буквы + номер]

Проверил:

Задание на курсовую работу  
по дисциплине:

**«Основы проектирования автоматизированных систем»**

Студенту \_\_\_\_\_ гр. (шифр) \_\_\_\_\_

Тема: \_\_\_\_\_

**Исходные данные:** Технологическая схема производственного участка, краткое описание технологии, требования к разрабатываемой системе управления.

**Содержание курсовой работы**

Курсовая работа должен состоять из графической части и пояснительной записки к ней.

Графическая часть включает в себя:

1. Функциональную схему автоматизации производственного участка, выполненную по ГОСТ 21.208-2013 на листе формата А3.
2. Схему внешних соединений контура управления (по заданию преподавателя) на листе формата А3 или А4.

Графическая часть должна быть выполнена в соответствии с требованиями действующих стандартов в пакете машинной графики.

**Пояснительная записка содержит:**

1. титульный лист;
2. бланк задания на курсовую работу, подписанный руководителем и выданные исходные данные;

3. содержание;

4. введение;

5. разделы, в которых содержится:

1. Описание технологического процесса и **основного** технологического оборудования

1.1. Описание последовательности технологических операций, принципа действия и характеристик основного технологического оборудования.

1.2. Перечень технологических параметров, характеризующих технологический режим процесса, диапазон варьирования параметров согласно технологическому регламенту и качество полуфабриката или сотового продукта.

1.3. Требования к системе управления.

2. Разработка функциональной схемы автоматизации (фса)

технологического процесса или его участка

- 2.1. Разработка структуры АСУТП и описание функций, выполняемых на каждом уровне управления.
- 2.2. Разработка ФСА в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 и её описание.
- 2.3. Составление заказной спецификации на средства измерения и автоматизации.
3. Выбор комплекса технических средств (контроллера)
  - 3.1. Разработка таблицы основных характеристик параметров технологического режима и средств их измерения.

Таблица 1. «Измеряемые технологические параметры» содержит: номер позиции на функциональной схеме; наименование измеряемого параметра; размерность; тип измерителя; выходной сигнал измерителя.

Таблица 2. «Измеряемые параметры состояния оборудования» содержит: номер позиции на функциональной схеме; наименование измеряемого параметра или характеристики состояния оборудования; тип измерителя; выходной сигнал измерителя.

Таблица 3. «Управляющие параметры» содержит: номер позиции на функциональной схеме; тип управляющего параметра (АО, ДО).

- 3.2. Конфигурирование контроллера (выбор необходимых плат).

#### 4. Разработка схемы **внешних** соединений контура **управления**

Для АСР заданным технологическим параметром разрабатывается схема внешних соединений, дается её описание.

### **Заключение**

Библиографический список

Задание получил: ( Ф.И.О.)

( подпись ) Дата

Руководитель: (Ф.И.О.)

( подпись ) Дата



Ведомость проекта

№ п	Формат	Обозначение	Наименование	Количество
1	A4	ИИТСУ-КП-02016.АВ	Титульный лист	1
2	A4	ИИТСУ-КП-02016.АВ	Задание на курсовой проект	2
3	A4	ИИТСУ-КП-02016.АВ	Ведомость проекта	1
4	A4	ИИТСУ-КП-02016.АВ	Содержание	1
5	A4	ИИТСУ-КП-02016.АВ	Пояснительная записка	23
6	A4	ИИТСУ-КП-02016.АВ	Спецификация	2
7	A3	ИИТСУ-КП-02016.АВ	Графическая часть	2
<i>ИИТСУ-КП-2016.АВ</i>				
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док-</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Разрабо-</i>	<i>Ф.И.О.</i>			<i>Разработка системы управления приточно-вытяжной вентиляцией</i>
<i>Проверил</i>	<i>Ф.И.О.</i>			
<i>Утвердил</i>	<i>Ф.И.О.</i>			
<i>Н. контр.</i>	<i>Ф.И.О.</i>			
<i>ВШТЭ</i>				

## Пример выполнения заказной спецификации

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка оборудования обозначение оросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы кг	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЦА-1,2	Контроль уровня в баках целлюлозы	SIMATIC S7-300		ф.Siemens, Германия		2		
LT-1,2	Датчик гидростатического давления. Вых. сигнал 4-20 мА. Напряжение питания 12-36 В пост.тока	ОВЕН ПД 100-ДГО		Комп. ОБЕН Москва				
	Погрешность 1%							
AIRC-2,	Регулирование концентрации Сиц, Сац целлюлозы	SIMATIC S7-300		ф.Siemens, Германия				
7								
AT-2,7	Микроволновый датчик концентрации. Диапазон измерения 0-8%. Выход 4-20 мА. Питание 100-260 В.	A 343		Аквар-Систем Г. Минск		2		
	Погрешность ± 0,02 % (абс.)							
AV/AY-2,	Клапан регулирующий, сегментный, бесфланцевый	R1		ф. Neles Финляндия		2		
7	с пневмоприводом и электропневмопозиционером	BC, NE 724						
	Командный сигнал 4-20 мА, питание 0,6 МПа							
FIRC-3,8	Регулирование расхода Сиц и Сац целлюлозы	SIMATIC S7-300		ф.Siemens, Германия				
FE/FT-3,	Электромагнитный расходомер. Материал футеровки	Promag 55s		ф. Endress + Hauser Германия		2		
8	PTFE. Погрешность ± 0,2%. Питание 20-64 V							
	Вых. сигнал 4-20 мА.							

ИТСУ-КП-2016.АТХ										
Производство бумаги										
Изм.	Куч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					
						Участок приготовления бумажной массы		Стадия		
						П		Лист		
						1		2		
						Спецификация оборудования				ВШТЭ

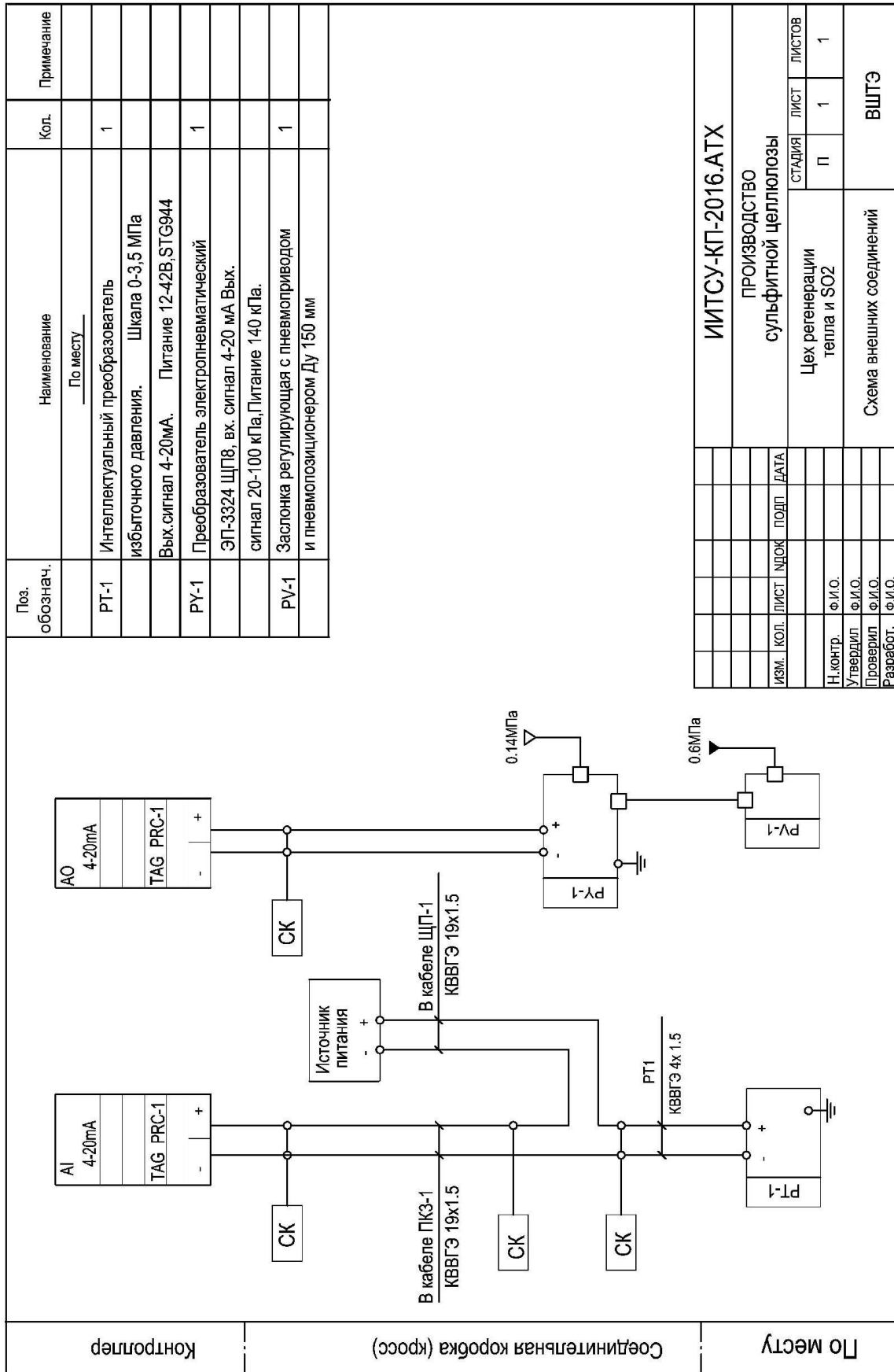
Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка оборудования обозначение сросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Кол-чество	Масса единицы кг	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
FV/FY-3,	Клапан регулирующей, сегментный, бесфланцевый	R1		ф. Neles		2		
8	с пневмоприводом и электропневмопозиционером Командный сигнал 4-20 мА, питание 0,6 МПа	BC, NE 724		Финляндия		2		
LISA-11	Регулирование уровня в композиционном бассейне	SIMATIC S7-300		ф. Siemens, Германия				
ЦТ-11	Датчик гидростатического давления. Вых. сигнал 4-20 мА. Напряжение питания 12-36 В пост.тока Погрешность 1%	ОВЕН ПД 100-ДГО		Комп. ОВЕН Москва		1		
LV/LY-11	Клапан регулирующей, сегментный, бесфланцевый с пневмоприводом и электропневмопозиционером Командный сигнал 4-20 мА, питание 0,6 МПа	R1 BC, NE 724		ф. Neles Финляндия		1		
AYRC-12	Регулирование композиции бумажной массы	SIMATIC S7-300		ф. Siemens, Германия				
HSA-4,5, 9,10,13	Управление пуском-остановом двигателя							

ИВ.НО ПОДПИСЬ ВАМ.ИВ.НО

ИВ.НО	ПОДПИСЬ	ВАМ.ИВ.НО
ИВ.НО	ПОДПИСЬ	ВАМ.ИВ.НО
ИВ.НО	ПОДПИСЬ	ВАМ.ИВ.НО

ИВ.НО	ПОДПИСЬ	ВАМ.ИВ.НО	ИИТСУ-КП-2016.АТХ	Лист 2
-------	---------	-----------	-------------------	-----------

Схема внешних соединений



Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
	По месту		
РТ-1	Интеллектуальный преобразователь избыточного давления. Шкала 0-3,5 МПа	1	
	Вых. сигнал 4-20мА. Питание 12-42В, STG944		
РУ-1	Преобразователь электронеавматический	1	
	ЭП-3324 ЩП8, вх. сигнал 4-20 мА Вых. сигнал 20-100 кПа, Питание 140 кПа.		
РУ-1	Заслонка регулирующая с пневмоприводом и пневмопозиционером Ду 150 мм	1	

ИИТСУ-КП-2016.АТХ			
ПРОИЗВОДСТВО			
сульфитной целлюлозы			
Цех регенерации		СТАДИЯ	ЛИСТ
тепла и SO2		П	1
Схема внешних соединений		ЛИСТ	ЛИСТОВ
		П	1
ВШТЭ			
Изм.	Кол.	Лист	Подп.
			Дата
Н.контр.	Ф.И.О.		
Утвердил	Ф.И.О.		
Проверил	Ф.И.О.		
Разработ.	Ф.И.О.		