Учреждение образования

«Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»

|  |
| --- |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ  Ректор БГУТ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.А. Киркор  «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г. |

**Программа**

**вступительного экзамена в магистратуру**

по специальности 7-06-0713-04

Автоматизация

Могилев, 2023

**i Общие методические рекомендации**

Вступительный экзамен в магистратуру по специальности 7-06-0713-04 -Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая промышленность, химическая промышленность) проводится с целью определения глубины знаний специалиста в области технической науки, занимающейся автоматизацией технологических процессов и производств, а также автоматическим управлением технологическими процессами.

Специалист должен обладать надлежащим уровнем знаний в следующих областях исследований:

1. проектировать функциональные, принципиальные, монтажные схемы автоматизации процессов;
2. разрабатывать и осуществлять мероприятия по обеспечению надежности и экономичности работы систем и устройств автоматизации;
3. на научной основе организовывать свой труд, используя компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации в сфере профессиональной деятельности;
4. приобретать новые знания, используя современные информационные технологии;
5. самостоятельно принимать решения, разрабатывать и вести техническую документацию, организовывать работу исполнителей и делопроизводство;
6. организовывать и вести монтаж, наладку, испытание контрольно-измерительных приборов и систем;
7. осуществлять ремонт и техническое обслуживание систем автоматизации технологических процессов;
8. рассчитывать эффективность проектных и технологических решений с учетом конъюнктуры рынка;
9. принимать участие в научных исследованиях, связанных с совершенствованием и развитием технологических объектов;

Для сдающих вступительный экзамен рекомендуется, помимо приведенной в программе литературы, обстоятельное знакомство с периодическими изданиями по специальности, по крайней мере, за последние 3…5 лет.

## **ii Примерный тематический план**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Общие сведения |
| 2 | Автоматизация типовых технологических процессов |
| 3 | Метрология и технологические измерения отрасли |
| 4 | Технические средства автоматизации |
| 5 | Проектирование и монтаж систем автоматизации |
| 6 | Микропроцессорная техника в системах управления технологическими процессами |
| 7 | Расчет надежности автоматизированной системы управления технологическим процессом. |

# **iii Содержание программы**

**1 Общие сведения**

Характерной особенностью сегодняшней автоматизации производства является то, что она должна опираться на современные технические и программные средства автоматизации, использовать рабочие станции, автоматизированные рабочие места (АРМ), микропроцессорную технику и опираться на революционное развитие робототехники и гибких производственных систем.

Применение современных средств и систем автоматизации позволяет решать следующие задачи:

- вести процесс с производительностью, максимально достижимой для данных производительных сил, автоматически учитывая изменения технологических параметров, свойств и исходных материалов и полуфабрикатов, изменений в окружающей среде, ошибки параметров;

- управлять процессом, постоянно учитывая динамику производительного плана для номенклатуры выпускаемой продукции путем оперативной перестройки режимов технологического оборудования, перераспределения работ на однотипном оборудовании и т.п.;

- автоматически управлять процессом в условиях, вредных или опасных для человека.

**1.1 Для обоснования выбора технических средств автоматизации приводятся расчеты:**

1) расчет устройств (в том числе и нестандартных) для контроля и регулирования рассматриваемого технологического процесса (расходомеров постоянного и переменного перепада давлений, сужающих и специальных устройств, газоанализаторов, регулирующих клапанов, электронных средств управления, электроприводов);

2) расчет систем и устройств измерительной информации, каналов связи с учетом наличия помех;

3) расчет погрешностей аналоговых и цифровых измерительных устройств, каналов и систем;

4) расчет надежности элементов средств автоматизации и контроля.

#### Расчет производится по ГОСТам 8.563.1-97, 8.563.2-97.

**1.2 Выбор технических средств автоматизации** осуществляется:

1) для чувствительных элементов - датчиков: линейность статической характеристики, высокую чувствительность и малую инерционность, малую погрешность измерений, устойчивость к влиянию окружающей среды, наличие в месте установки датчиков вибрации, недопустимой для его работы; магнитных и электрических полей с точки зрения требований огнестойкости, пожаро- и взрывобезопасности; расстояние, на которое может быть передан выходной сигнал датчика;

2) для преобразователей - вид и величину входного и выходного сигналов, класс точности и стоимость;

3) для вторичных приборов - класс точности, диапазон шкалы или ширину поля записи у самопишущих приборов, необходимость оснащения специальными устройствами, преобразующими показания прибора в унифицированный выходной сигнал, место установки;

4) для регуляторов - тип: релейный, импульсный, линейный, П, ПИ, ПИД.

**1.3 При выборе средств управления системой автоматизации** следует руководствоваться следующим: контакторы, магнитные пускатели и электромагнитные реле выбирают в зависимости от назначения и условий эксплуатации по следующим данным: род тока и напряжение питания цепей управления; коммутирующая способность; количество и состояние контактов; гарантированное количество срабатываний, быстродействие, число срабатываний в единицу времени; защита от воздействия внешней среды, конструктивные особенности, габариты, вес с учетом экологии (ртуть содержащие и радиоактивные) и по выполнению требований эстетики и эргономики.

**1.4 Выбор и обоснование программных средств** для разработки проекта АСУ ТП (SCADA-системы). Дается краткая характеристика разработанного программного обеспечения. Указываются цели и задачи представляемого программного продукта.

#### 2 Автоматизация типовых технологических процессов

2.1 Современный уровень автоматизации технологических процессов в отраслях пищевой и химической промышленности, перспективы ее развития на основе передовых технологий автоматизации информационно-управляющих систем, базирующихся на микропроцессорных средствах и вычислительной технике. /2, с.7-22; 2, с.6-18/.

2.2 Локальные системы автоматического регулирования.

Анализ технологического процесса как объекта управления (ОУ). Выбор принципов управления и структуры автоматизированной системы регулирования (АСР). Математические модели технологических процессов.

Непрерывные, цифровые, позиционные регуляторы. Рекомендации по выбору и реализации законов регулирования.

Методы расчета одноконтурных АСР. Определение оптимальных настроек регуляторов. Типовые схемы автоматического регулирования расхода, уровня, давления, температуры, состава и качества выходного продукта. Автоматическое регулирование скорости механизмов технологического оборудования.

Автоматический контроль и сигнализация основных технологических величин /2, с.22-30, 83-109; 3, с.24-30, 98-110; 4, с.59-74; 5, с.110-129; 6, с.133-136/.

* 1. Автоматизация непрерывных технологических процессов.

Методы повышения качества регулирования технологических процессов.

Замкнутые многомерные системы регулирования технологических процессов, математические модели.

Проблема многосвязанности многомерных систем управления, матрица Бристоля, выбор рациональной структуры системы управления.

Синтез автоматических систем автоматического регулирования, расчет и выбор компенсаторов непрерывных связей.

Синтез комбинированных автоматических систем регулирования, расчет и выбор компенсаторов возмущающих воздействий.

Синтез каскадных автоматических систем регулирования, расчет и выбор основного и вспомогательного регуляторов. /2, с.111-126; 3, с.30-80; 4, с.148-161; 6, с.52-63/.

* 1. Автоматизация периодических (дискретных) технологических процессов.

Системы программно-логического управления, назначение, решение комплекса задач. Использование моделей для разработки схем автоматизации периодическими процессами. Автоматическое управление, защита, блокировка и сигнализация работы механизмов технологического оборудования. /2, с.140-155; 4, с.14-152/.

* 1. Автоматизация типовых технологических процессов.

Автоматизация механических и гидромеханических процессов.

Автоматизация тепловых процессов.

Автоматизация процессов массообмена.

Автоматизация химических и биохимических процессов. /2, с.155-183; 3, с.110-179/.

2.6 Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Обеспечение информационных, управляющих и вспомогательных функций. /2, с.189-252, 293-330; 3, с.179-210, 300-340/.

* 1. Оптимальное управление технологическими процессами.

Классификация систем автоматического управления. Постановка задачи оптимизации технологического процесса, критерий оптимальности, целевая функция. Алгоритмы оптимального управления, статическая и динамическая оптимизация. Адаптивные системы оптимального управления. Методы оптимизации. /2, с.252-293; 3, с.230-300; 7, с.165-210; 8, с.369-380/.

3 Метрология и технологические измерения отрасли

3.1 Понятие об измерениях. Классификация измерений.

Технологические измерения. Метрология как наука. Единство измерений. Построение шкал. Объект измерения. Средство измерений. Влияющие физические величины. Принцип и метод измерений. Погрешность и точность измерений /9, 10, 11/.

* 1. Методы измерений. Классификация методов измерений.

Метод непосредственной оценки. Метод сравнения с мерой (нулевой, дифференциальный). Их разновидности (противопоставления, замещения, совпадения) /9, 10, 11/.

3.3 Средства измерений. Их классификация. Меры. Измерительные приборы и преобразователи. Измерительные установки и системы.

Классификация измерительных приборов и преобразователей. /9, 10, 11/.

3.4. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП). Назначение и принципы построения ГСП. Деление ГСП на 4 группы по функциональному принципу. Виды унифицированных сигналов. /9, 10, 11/.

* 1. Метрологические характеристики измерительных приборов (ИП).

Статистические характеристики ИП и требования к ним. Диапазоны измерений и показаний. Чувствительность ИП. Динамические характеристики ИП. Частотные характеристики ИП. /9, 11, 12, 13/.

* 1. Погрешности измерительных устройств. Их классификация.

### Случайная, систематическая, основная и дополнительная погрешности Абсолютная, относительная и приведенная погрешности. Погрешности ИП от значения измерительной величены. Вариация. Класс точности. /9, 11, 13, 14/.

3.7 Метрологическая служба.

Назначения, состав и виды. Метрологическое обеспечения единства измерений (ГСИ). Поверка, градуировка и регулировка средств измерений /10, 12/.

3.8 Первичные измерительные преобразователи (ПИП).

Их классификация. Назначения и виды ПИП. Принципы построения. Параметрические и генераторные ПИП. Виды ПИП (реостатные, тензорезисторные, индуктивные, емкостные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические, электромагнитные, пневматические). /9, 11, 12/.

3.9 Системы подачи измерительной информации (СПИИ).

Назначение СПИИ. Реостатная, пневматическая, электрические, частотная, дифференциально-трансформаторная и сельсинная СПИИ. /9, 11, 12/.

3.10 Измерение температуры. Классификация средств измерения (СВИ) температуры. Температурные шкалы. Термометры расширения. Манометрические термометры. Термоэлектрические термометры. Термометры сопротивления. Требования к СВИ температуры. Их достоинства и недостатки. Вторичные приборы, работающие в комплекте с СВИ температуры (милливольтметры, потенциометры, мосты, логометры). /9, 11, 14/.

3.11 Измерение давления. СВИ давления. Виды давления.

Классификация СВИ давления. Жидкостные, гидростатические, деформационные (приборы и преобразователи), электрические и тепловые СВИ давления. /9, 11, 14/.

3.12 Измерение количества и расхода жидкости, газов и сыпучих тел.

Расходомеры и их классификация. Весовые и дозирующие СВИ. Счетчики: объемные, лопастные, скоростные. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления; их принцип действия, достоинства и ультразвуковые расходомеры. /9, 11, 14/.

3.13 Измерение уровня жидкости и сыпучих сред. Классификация уровнемеров. Поплавковые, буйковые, гидростатические, электрические. Локационные и ультразвуковые СВИ уровня. /9, 11, 14/.

3.14 Измерение влажности. Понятие влажности и влагосодержания.

Методы измерения влажности газов: психометрический, метод точки росы, сорбционные методы. Измерение влажности твердых и сыпучих тел (теплофизический, кондуктометрический, диэлькометрический, ядерного магнитного резонанса, инфракрасный методы). /9, 11, 13/.

3.15 Измерение плотности жидкости и газов. Весовые, поплавковые, гидроаэростатические и динамические плотномеры. Вибрационные, радиоизотопные и акустические плотномеры. /9, 11, 13/.

3.16 Измерение вязкости жидкости. Понятие вязкости. Капиллярные, вибрационные и акустические вискозиметры. Вискозиметры с падающим телом. /9, 11, 13/.

3.17 Анализаторы газов и жидкостей, их классификация.

Термокондуктометрические, магнитные, сорбционные, кулонометрические, ультрафиолетовые, инфракрасные, оптико-акустические, газоанализаторы, термохимические, электрокондуктометрические и потенциометрические анализаторы. РН-метры. Хромотографические, полярографические и масс-спектрометрические методы анализа. /9, 11, 14/.

3.18 Цифровые измерительные преобразователи (ЦИП) и приборы (ЦП).

Принципы построения и характеристики ЦИП. Виды цифровых кодов. Цифровые измерительные устройства (ЦИУ) последовательного счета, последовательного приближения и считывания. Их основные погрешности. /10/.

3.19 Измерительные информационные системы. (ИИС). Классификация ИИС. Измерительные системы (многоканальные, мультиплицированные, многоточечные). Телеметрические системы (токовые, частотные, времяимпульсные, цифровые). Системы автоматического контроля. Системы технической диагностики. /10/.

**4 Технические средства автоматизации.**

**Проектирование и монтаж систем автоматизации**

#### Для изучения раздела 4.1 рекомендуется литература: 15, 16, 17, 18.

4.1 Технические средства автоматизации

4.1.1 Элементы УСЭППА. Реализация типовых функциональных звеньев на элементах УСЭППА:

* усилители мощности, дроссельный сумматор, выключающее реле, пневмо-повторитель-усилитель мощности;
* конструкция, принципиальные схемы, принцип действия, применение;
* апериодическое звено, интегрирующее звено, звено прямого предварения;
* принципиальные и структурные схемы, передаточные функции звеньев.
  + 1. Регуляторы:
* принципиальная схема регулятора ПР1.5. Статическая характеристика регулятора. Схема проверки регулятора;
* принципиальная схема пневматического регулятора ПР 2.8. Структурная схема. Уравнение и переходная характеристика ПИ-закона регулирования. Параметры настройки регулятора;
* принципиальная и структурная схемы регулятора ПР 3.35. Уравнение и переходная характеристика ПИД-закона регулирования. Параметры настройки регулятора;
* регуляторы соотношения ПР 3.33 и ПР 3.34. Принципиальная схема. Проверка регуляторов;
* агрегатный комплекс электрических средств регулирования (АКЭСР). Состав и назначение блоков. Упрощенные функциональные схемы блоков РБИ и РБА;
* схемы пропорционального регулирования из блоков комплекса АКЭСР. Назначение модулей.
  + 1. Исполнительные механизмы:
* пневматические исполнительные механизмы: мембранные, поршневые, лопастные. Устройство, принцип действия. Позиционеры, принципиальная схема устройства, назначение, принцип действия;
* электрические исполнительные механизмы: общие сведения. Электромагнитные исполнительные механизмы. Электрические исполнительные механизмы постоянной скорости. Многооборотные и однооборотные исполнительные механизмы.
  + 1. Электрический комплекс «Контур» средств автоматического регулирования.

Состав комплекса, назначение субблоков. Принципиальная схема регулирования субблока Р.011.

4.1.5 Полупроводниковые логические элементы. Логические устройства на интегральных микросхемах.

Реле: общие сведения и основные характеристики, устройство, принцип действия, назначение. Контакторы и магнитные пускатели. Путевые переключающие устройства. Реле времени. Устройство и принцип действия.

# Проектирование систем автоматизации

###### Для изучения раздела 4.2 рекомендуется литература: 19,20,21.

4.2.1 Разработка функциональной схемы автоматизации технологического процесса:

* изображение технологического оборудования и трубопроводов;
* графические условные обозначения приборов и средств автоматизации;
* буквенные условные обозначения измеряемых величин и функций, выполняемых приборами и средствами автоматизации;
* графическое выполнение функциональных схем (линии связи, позиции приборов и средств автоматизации; расположение приборов).

4.2.2 Принципиальные электрические, пневматические и гидравлические схемы автоматизации:

* изображение элементов электрических, пневматических схем;
* буквенно-цифровое позиционное обозначение;
* маркировка цепей схемы;
* электрические схемы сигнализации и блокировок.

4.2.3 Принципиальные электрические схемы питания:

* напряжения электрического тока, используемые в системах автоматизации;
* питающие и распределительные сети электропитания;
* буквенно-цифровое обозначение;
* изображение распределительной сети электропитания;
* таблица схемы распределительной сети.

4.2.4 Проектирование щитов и пультов:

* типы и основные размеры щитов и пультов;
* компоновка и расположение приборов и аппаратуры на щитах и пультах;
* вид передней панели щита, вид стенок пульта (таблицы, спецификации, позиционное изображение);
* схемы электрических соединений щитов и пультов (графический, табличный и адресный методы).

4.2.5 Схема внешних электрических и трубных проводок (схема подключения):

* Изображение схемы подключений. Монтажные символы первичных приборов; отборные и исполнительные устройства, щиты; устанавливаемые вне щитов приборы, клапаны, источники электропитания);
* маркировка электрических и трубных проводок;
* поясняющие таблицы;
* выбор по каталогу марки кабелей, проводов, труб.

4.2.6 Монтажные чертежи электрических и трубных проводок:

* исходный материал для разработки монтажных чертежей;
* разработка плана трасс;
* определение общего метража кабелей, проводов, труб.

4.2.7 Текстовые материалы проекта автоматизации:

* пояснительная записка;
* заявочные ведомости и заказные спецификации на приборы и средства автоматизации, опросные листы для заказов приборов;
* смета;
* расчеты сужающих устройств и регулирующих органов.

# 4.3 Монтаж систем автоматизации

###### Для изучения раздела 4.3 рекомендуется литература: 18,19,20,21.

4.3.1 Монтаж приборов для измерения давления:

* приборы, установленные выше отборных устройств;
* приборы, установленные ниже отборных устройств;
* приборы для измерения давления агрессивных жидкостей и газов.

4.3.2 Монтаж приборов для измерения расхода жидкостей и газов (Дифференциальные манометры):

* установленные выше трубопровода;
* установленные ниже трубопровода;
* для измерения агрессивных жидкостей, пара, газа;
* для измерения уровней жидкости.

4.3.3 Монтаж датчиков для измерения температуры:

* требования к монтажу термометров сопротивления;
* требования к монтажу термопар;
* требования к монтажу жидкостных, газожидкостных, газовых термометров расширения.

4.3.4 Монтаж трубных проводок:

* виды трубных проводок;
* выбор и обоснование трубных изделий.

4.3.5 Монтаж кабелей и проводок:

* выбор кабельных изделий и проводов;
* прокладка кабелей и проводов: открытая прокладка на конструкциях, прокладка в трубах, траншеях.

1. **Микропроцессорная техника в системах управления**

**технологическими процессами**

5.1 Особенности МП-систем как цифровых устройств обработки данных, контроля и управления /25, с.4-21/.

Состав и классификация МПС. МикроЭВМ и программируемые микроконтроллеры. Микропроцессоры, их классификация. Преимущества МП систем управления.

Организация МПС: центральный процессор (ЦП), память, подсистема ввода-вывода, магистраль МПС. Функционирование системы. Прямой доступ к памяти. Структура типовой МПС.

Архитектура МПС. Организация пространств памяти и ввода-вывода. Типовые структуры МПС.

Понятие командного цикла ЦП и организация работы МПС во времени.

5.2 Структура 8-разрядных микропроцессоров и однокристальных микроЭВМ /22, с.130-142; 25, с.143-156/.

Основные структурные части МП и ОМЭВМ: АЛУ, блоки регистров, буферные схемы шин, порты ввода-вывода, память, управляющее устройство. Программный счетчик. Понятие стека, его назначение и организация.

Функции управляющего устройства. Тактирование микропроцессора и ОМЭВМ. Машинные циклы. Управляющие сигналы и их назначение.

5.3 Состав команд. Классификация команд. Арифметические и логические команды. Особенности выполнения команд сравнения и вычитания. Команды с косвенной адресацией.

Команды пересылки данных. Одно- и двухбайтные пересылки. Пересылки при различных способах адресации.

Команды ветвления и работы с подпрограммами. Безусловные и условные переходы, вызовы и возвраты их подпрограмм. Роль стека при работе с подпрограммами. Команды работы со стеком.

5.4 Расширение возможностей МПС /22, с.145-178/.

Понятие интерфейса. Порты ввода-вывода как простейшие интерфейсные схемы. Адаптеры ввода-вывода. Параллельный периферийный адаптер (ППА), его возможности, функции, режимы работы, программирование, подключение в МПС.

Последовательный связной адаптер (ПСА), понятие о последовательной передаче данных. Режимы работы, подключение в МПС.

Программируемый интервальный таймер, режимы работы. Программируемый контроллер прерываний. Особенности применения, возможности, подключение в МПС.

Контроллер цифрового дисплея и клавиатуры, контроллер прямого доступа к памяти и другие интерфейсные БИС.

5.5 Подключение БИС памяти в МПС /22, с.217-219/.

Виды микросхем ОЗУ и ПЗУ. Основные параметры, управляющие сигналы. Подключение микросхем к шинам адреса, данных, управления.

Дешифрация адресов в МПС. Методика построения схем дешифрации, использование ИС дешифраторов.

5.6 Подключение D/A и A/D-преобразователей в МПС /23, с.11-12/.

Понятие о ЦАП и АЦП, их назначение, использование в контурах управления ТП. Разновидности ЦАП, примеры. Лестничные схемы ЦАП, роль операционного усилителя.

Подключение ЦАП с заданной разрядностью к шинам МПС с использованием ППА. Особенности программного обеспечения.

Варианты построения АЦП, быстродействующие АЦП. Алгоритм функционирования АЦП последовательного приближения. Подключение АЦП к шинам МПС с использованием ППА, программное обеспечение.

5.7 Средства подключения цифрового дисплея и клавиатуры в МПС /24, с.137-149/.

Восьмисегментные цифровые индикаторы, цифровые дисплеи. Кодирование выводимой информации. Электрические схемы вывода информации на цифровой дисплей. Сканирование индикаторов. Программное обеспечение.

Задачи при использовании клавиатуры в МПС. Матрица клавиш. Сканирование клавиатуры для определения состояния клавиш. Электрические схемы подключения клавиатуры, программное обеспечение.

БИС контроллера клавиатуры и дисплея. Решаемые задачи, режимы, подключение в МПС, настройка.

5.8 Последовательная передача данных между МПС /22, с.171-178/.

Понятие последовательного интерфейса. Оформление блока данных при асинхронной передаче. Сдвиговый регистр. Биты старта, стопа, паритета. Скорость передачи. Режимы передачи: симплекс, полудуплекс, дуплекс.

Универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик для последовательной передачи данных. Структурная схема, подключение к шинам МПС, порядок функционирования. Программирование УСАПП.

Типы стандартов последовательных интерфейсов: RS-232, RS-422,423, RS-485. Преобразование уровней передаваемых сигналов.

5.9 Тенденции развития современных МП-средств управления технологическими процессами /25/.

Развитие элементной базы для построения микроконтроллеров и микроЭВМ: МП, БИС, БИС памяти, БИС последовательного и параллельного ввода-вывода.

Модульная структура современных МП-средств и управляющих микроЭВМ, резервирование, повышение надежности.

Промышленные сети соединения отдельных элементов распределенных систем управления с управляющим промышленным компьютером. Развитие человеко-машинного интерфейса. Современное программное обеспечение при решении задач управления ТП, SCADA-пакеты проектирования АСУ ТП.

**6 Расчет надежности автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП)**

6.1 Проектная оценка надежности автоматизированной системы управления технологическим процессом. Безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость работы АСУТП.

6.2 Надежностью изделия(ГОСТ 27.002−83. Надежность в технике. Термины и определения).

6.3 Отказ изделия.Внезапный отказ. Постепенный отказ. Снижение постепенных отказов износившихся деталей, блоков и узлов системы.

6.4 Сбой работы узлов системы. Аппаратурная, функциональная, временная, информационная, программная надежности работы системы.

6.5 Надежность изделий. Свойства безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости.Вероятность безотказной работы.

IV Рекомендуемая литература

4.1 Основная литература:

1. Образовательный стандарт специальности Т.11.03.00 АТПП РД РБ 021000.5.023-98.
2. Соколов В.А. Автоматизация технологических процессов пищевой промышленности. М.: ВО «Агропромиздат, 1991.
3. Автоматическое управление в химической промышленности. /Под ред. Е.Г.Дудникова. – М.: Химия, 1987.
4. Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами. Учебное пособие для вузов /Под ред. И.М. Масленникова. – М.: Химия, 1986.
5. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. М.: Энергоатомиздат, 1985.
6. Рей У. Методы управления технологическими процессами. – М.: Мир, 1983.
7. Балакирев В.С., Володин В.М., Цирлин А.М. Оптимальное управление процессами химической технологии. – М.: Химия, 1978.
8. Цирлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
9. Фарзане Н.Г. и др. Технологические измерения и приборы. М., ВШ, 1989г.
10. Авдеев Б.Я. и др. Основы метрологии и электрические измерения. Л., Энергоатомиздат, 1987г.
11. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы. М., Энергия, 1987г.
12. Петров И.К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности. М., Агропромиздат, 1985г.
13. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств.- М., Машиностроение, 1983г.
14. Иванова Г.М. Технологические измерения и приборы. М., Энергоатомиздат, 1984г.
15. Прусенко В.С. Пневматические системы автоматического регулирования технологических процессов. М.: Машиностроение, 1985-216с.
16. Коновалов Л.И., Петелин Д.П. Элементы и системы электроавтоматики. Учебное пособие – М.: Высшая школа. 1985 – 216с.
17. Лапшенков Г.И., Полоцкий Л.М. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. Москва, «Химия», 1988, -288с.
18. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования. Справочное пособие. / Под ред. Клюева А.С.- М.: Энергоатомиздат, 1989. - 368с.
19. Кулаков М.В. Технические измерения и приборы для химических производств.- М.: Машиностроение, 1983.
20. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов.- М.: Энергия, 1990.
21. Техника проектирования систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие /Под ред. Л.И.Шипетина. – М.: Машиностроение, 1986-352с.
22. Микропроцессоры: в 3-х кн. Книга 1: Архитектура и проектирование микроЭВМ. Организация вычислительных процессов. Минск, ВШ, 1987.
23. Микропроцессоры: в 3-х кн. Книга 2: Средства сопряжения. Контролирующие и информационно-управляющие системы. Минск, ВШ, 1987.
24. Микропроцессоры: в 3-х кн. Книга 3: Средства, отладки. Лабораторный практикум и задачник. Минск, ВШ, 1987.
25. Современные технологии автоматизации. Журнал, М.: 2000г., №1-4.

# 4.2 Дополнительная литература:

1. Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации производственных процессов /Под ред.И.К. Петрова, М.: ВШ, 1986.
2. Щелкунов Н.Н., Дианов А.П. Микропроцессорные средства и системы. М.: Радио и связь, 1989.
3. Каган Б.М., Сташин В.В. Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики. М.: Энергоатомиздат, 1987.