

**Кафедра «Электроники и автоматики физических установок»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМЫ  
РЕГУЛИРОВАНИЯ**

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Химическая технология материалов ядерного топливного цикла**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
9	3	108	16	32	0	36	60	Зач., КП
Итого	3	108	16	32	0	36	60	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Автоматизация технологических процессов и системы регулирования» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программы «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

### **1) знать:**

- 3.1 основные понятия теории управления технологическими процессами
- 3.2 статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления
- 3.3 основные виды систем автоматического регулирования и законы управления
- 3.4 типовые системы автоматического управления в химической промышленности
- 3.5 методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров

### **2) уметь:**

- У.1 выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса
- У.2 выбирать конкретные типы приборов для диагностики технологического процесса

### **3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

- В.1 методами управления технологическими системами
- В.2 методами регулирования технологических процессов

## **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Автоматизация технологических процессов и системы регулирования» являются:

изучение студентами основных принципов построения и функционирования современных АСУТП (принципов функционирования контрольно-измерительной аппаратуры для измерения технологических параметров управляемого процесса, организация управления технологическими процессами с помощью микропроцессорной техники)

Основными задачами дисциплины являются:

- овладение основами теории управления;
- овладение методами построения АСУТП;
- овладеть основами количественного оценивания показателей автоматизации и технического уровня оборудования

## **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Автоматизация технологических процессов и системы регулирования» (Б1.Б.3.21) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

### 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ОПК-1</b> Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	<b>З-ОПК-1</b> Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин <b>У-ОПК-1</b> Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов <b>В-ОПК-1</b> Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла
<b>ОПК-2</b> Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	<b>З-ОПК-2</b> Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований <b>У-ОПК-2</b> Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований <b>В-ОПК-2</b> Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>тип задач профессиональной деятельности: технологический</b>			
Осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента; Освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования; Организация и осуществление входного контроля	руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее	<b>ПК-3</b> Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	<b>З-ПК-3</b> Знать: конструкцию основного и вспомогательного оборудования <b>У-ПК-3</b> Уметь: выбрать оптимальную технологическую схему процесса в соответствии с регламентом <b>В-ПК-3</b> Владеть: навыками обоснования конкретного технического решения при разработке технологических процессов

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений	изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов		
Осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента; Освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования; Организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений	руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля	<b>ПК-4</b> Способен анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию	<b>З-ПК-4</b> Знать: способы анализа технологических процессов и выявления его недостатков <b>У-ПК-4</b> Уметь: анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию <b>В-ПК-4</b> Владеть: навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологического процесса

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов		

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Автоматизация технологических процессов и системы регулирования» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

#### 5 Структура и содержание учебной дисциплины

##### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программе «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 3, 108 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 9**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Системы контроля технологическими процессами»
- **раздел 2** – «Системы регулирования технологическими процессами»
- **раздел 3** – «Системы управления технологическими процессами»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>9 семестр (18 недель)</b>								
1	Системы контроля технологическими процессами	4	6		8		3/ЗР1	20
2	Системы регулирования технологическими процессами	6	12		12		9/ЗР2	20
3	Системы управления технологическими процессами	6	14		14		16/ЗР3	20
	Курсовой проект				26			
	Зачет							40
<b>Итого за 9 семестр:</b>		16	32		60			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин ( <b>З-ОПК-1</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов ( <b>У-ОПК-1</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект

– Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла ( <b>В-ОПК-1</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований ( <b>З-ОПК-2</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований ( <b>У-ОПК-2</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований ( <b>В-ОПК-2</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Знать: конструкцию основного и вспомогательного оборудования ( <b>З-ПК-3</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Уметь: выбрать оптимальную технологическую схему процесса в соответствии с регламентом ( <b>У-ПК-3</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Владеть: навыками обоснования конкретного технического решения при разработке технологических процессов ( <b>В-ПК-3</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Знать: способы анализа технологических процессов и выявления его недостатков ( <b>З-ПК-4</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Уметь: анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию ( <b>У-ПК-4</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
– Владеть: навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологического процесса ( <b>В-ПК-4</b> )	1, 2, 3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Системы контроля технологическими процессами</b>	
<b>1.1 Введение.</b> Основные понятия теории измерений. Элементы и системы измерительной техники в производствах. Функции локальных систем автоматизации технологических процессов	1

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>1.2 Классификация измерительных устройств.</b> Классификация измерительных устройств. Принципы действия и область применения приборов измерения давления, уровня и расхода сред. Основные технологические параметры и выбор измерительных приборов	2
<b>1.3 Методы контроля технологических параметров.</b> Методы контроля технологических параметров. Измерение температуры. Измерение давления. Приборы для измерения состава и качества веществ. Измерение расхода. Измерение уровня	1
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
<b>Раздел 2 Системы регулирования технологическими процессами</b>	
<b>2.1 Основные законы регулирования.</b> Основные законы регулирования. Непрерывные и позиционные регуляторы, их параметры Реализация типовых законов регулирования на базе УСЭППА. Комплексы электрических аналоговых средств регулирования	2
<b>2.2 Синтез регуляторов.</b> Синтез регуляторов. Основные этапы решения задачи синтеза регулятора. Понятия и определения автоматического регулирования технологических процессов. Серийные промышленные регуляторы	2
<b>2.3 Автоматические регуляторы.</b> Автоматические регуляторы: назначение, классификация, требования к автоматическим регуляторам. Автоматические регуляторы прямого и непрямого действия. Проектирование и наладка промышленных систем регулирования. Определение оптимальных настроек регуляторов	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
<b>Раздел 3 Системы управления технологическими процессами</b>	
<b>3.1 Иерархическая структура систем управления.</b> Иерархическая структура систем управления. Функции, реализуемые на каждом уровне. Классификация СУ	2
<b>3.2 Надежность СУ ТП.</b> Структура системы управления. Надежность СУ ХТП. Оценка и расчет надежности СУ ХТП. Экспериментально-статистические исследования. Анализ полученных результатов. Типовые звенья (элементы) для представления СУ. Соединения элементов (элементарных звеньев)	2
<b>3.3 Фундаментальные принципы управления.</b> Фундаментальные принципы управления. Понятие качества процесса управления. Стандарты на изображения коммуникаций, приборов и средств автоматизации. Виды переходных процессов СУ по возмущающему и задающему воздействию	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	6
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 4.



Таблица 4 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Системы контроля технологическими процессами</b>	
<b>1.1 Практическая работа 1.</b> Основные технологические параметры	2
<b>1.2 Практическая работа 2.</b> Выбор измерительных приборов для контроля технологических параметров	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
<b>Раздел 2 Системы регулирования технологическими процессами</b>	
<b>2.1 Практическая работа 3.</b> Методы измерения температуры с помощью термопар и термометров сопротивления	4
<b>2.2 Практическая работа 4.</b> Методы и средства измерения уровня	4
<b>2.3 Практическая работа 5.</b> Методы и средства расхода жидкостей, газов	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	12
<b>Раздел 3 Системы управления технологическими процессами</b>	
<b>3.1 Практическая работа 6.</b> Составление и чтение функциональных схем систем управления технологическими процессами	4
<b>3.2 Практическая работа 7.</b> Переходные процессы в замкнутых системах автоматического управления	6
<b>3.3 Практическая работа 8.</b> Получение математического описания объекта управления в частотной области	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	14
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>32</b>

### 5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовой проект (9 семестр).

Курсовой проект включает в себя следующие этапы:

- 1) Введение. Получение исходных данных к проекту.
- 2) Построение статической характеристики объекта.
- 3) Построение динамической характеристики объекта.
- 4) Построение математической модели объекта.
- 5) Проверка на устойчивость.
- 6) Подготовка и защита курсового проекта.

### 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: Обучение на основе опыта, Проектный метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Case-study, Проектный метод, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 36 час.

## 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-1	З-ОПК-1	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ОПК-1	У-ОПК-1	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ОПК-1	В-ОПК-1	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ОПК-2	З-ОПК-2	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ОПК-2	У-ОПК-2	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ОПК-2	В-ОПК-2	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ПК-3	З-ПК-3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ПК-3	У-ПК-3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ПК-3	В-ПК-3	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ПК-4	З-ПК-4	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ПК-4	У-ПК-4	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект
ПК-4	В-ПК-4	ЗР1, ЗР2, ЗР3, Зачет (9 сем.), Курсовой проект

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Зачета.

### Аттестация в 9 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЗР1	Зачетная работа	20	12
ЗР2	Зачетная работа	20	12
ЗР3	Зачетная работа	20	12
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Зачет		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х	отлично	хорошо			удовлетворительно		неудовлетворительно

бальной шкале	(отл.)	(хор.)	(удовл.)	(неуд.)
Зачет	Зачтено			Не зачтено

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, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

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.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка *«неудовлетворительно»* ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **Вопросы для Зачета (9 семестр):**

- 1 Определение и классификация систем автоматического контроля.
- 2 Основные определения и понятия метрологии. Методы измерения.
- 3 Милливольтметры, логометры.
- 4 Мостовые измерительные схемы.
- 5 Способы измерения температуры. Классификация приборов для измерения температуры. Достоинства и недостатки каждого прибора.
- 6 Классификация средств измерения давления (в зависимости от измеряемой величины, по принципу действия). Манометры сопротивления.
- 7 Жидкостные и поршневые манометры. Принцип действия, область применения, достоинства и недостатки.
- 8 Деформационные манометры. Каким образом можно перенастроить деформационные манометры на другой диапазон измерения.
- 9 Первичные преобразователи давления. Принцип действия.
- 10 Принцип измерения температуры термометрами, термосопротивлениями. Градуировочные характеристики медного, платинового и никелевого термосопротивлений.
- 11 Термосопротивления, термометры, пирометры.
- 12 Радиоизотопные, фотоэлектрические, емкостные уровнемеры. Принцип действия.
- 13 Ультразвуковые, гидростатические и пьезометрические уровнемеры.
- 14 Расходомеры переменного перепада давления.
- 15 Измерение расхода. Расходомеры постоянного перепада давления.
- 16 Измерение температуры. Первичные преобразователи температуры.
- 17 Измерение расхода. Измерение расхода на основе тепловых явлений.
- 18 Физические газоанализаторы. Измерение концентрации растворов.
- 19 Химические газовые сенсоры. Электромагнитные расходомеры.
- 20 Измерение расхода. Ротаметры, электромагнитные расходомеры.
- 21 Прямые показатели качества регулирования.
- 22 Типовые динамические звенья.
- 23 Иерархическая структура систем управления. Функции, реализуемые на каждом уровне.
- 24 Синтез регуляторов. Основные этапы решения задачи синтеза регулятора.
- 25 Понятие ТООУ. Классификация объектов управления.
- 26 Исполнительные механизмы САР. Назначение. Классификация.

- 27 Автоматические регуляторы прямого и непрямого действия.
- 28 Виды структур САУ. Структурная схема САУ.
- 29 Позиционное регулирование.
- 30 Аналоговые законы регулирования.
- 31 Классификация САУ.
- 32 Фундаментальные принципы управления.
- 33 Регулирующие органы САУ, их назначение, классификация.
- 34 Понятие качества процесса управления. Виды переходных процессов САУ по задающему (управляющему) воздействию на ступенчатое входное воздействие.
- 35 Понятие качества процесса управления. Виды переходных процессов САУ по возмущающему воздействию на ступенчатое входное воздействие.
- 36 Классификация объектов управления. Автоматические регуляторы непрямого действия.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: Учебник Для прикладного бакалавриата / Бородин И. Ф., Андреев С. А. - Москва: Юрайт, 2019 - 386 с

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Молдабаева М. Н. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / М. Н. Молдабаева - Москва: Инфра-Инженерия, 2019 - 224 с.

Л2.2 Сафиуллин Р. К. Основы автоматики и автоматизация процессов: Учебное пособие для вузов / Сафиуллин Р. К. - Москва: Юрайт, 2021 - 146 с

Л2.3 Фурсенко С. Н. Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебное пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова - Минск: Новое знание, 2015 - 377 с.

## **9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## **10 Учебно-методические рекомендации для студентов**

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лекции.** Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

**Практические занятия.** Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода профессиональной деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

На лекционных, практических, занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Выполнение индивидуальных заданий
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Выполнение курсового проекта
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (9 семестр), Курсовой проект (9 семестр)

В течение 9 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету, защите КП по дисциплине. Студент на Зачете, защите КП должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): А.А. Щипков