

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

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

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ  
ПРОЦЕССАМИ**

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)
8	4	144	16	16	16	32	96	Экз.
Итого	4	144	16	16	16	32	96	

## Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» 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 общие принципы построения и типовые схемы системы управления технологическими процессами;
- 3.3 современную элементную базу систем управления технологическими процессами;
- 3.4 законы регулирования и типы регуляторов;
- 3.5 принципы действия средств измерений, предназначенных для измерения различных параметров технологических процессов (температуры, давления, уровня, расхода, концентрации и других величин);
- 3.6 назначение, состав и характеристики средств передачи и отображения информации;

### 2) **уметь:**

- У.1 формулировать требования к контролю параметров химико-технологического процесса;
- У.2 обосновывать структуру АСУ ТП;
- У.3 выбирать конкретные типы приборов для контроля параметров химико-технологического процесса;
- У.4 анализировать влияние изменений параметров на работу автоматизированной системы управления технологическим процессом;

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

- В.1 научно технической лексикой (терминологией), относящейся к системам управления химико-технологических производств;
- В.2 методами выбора средств измерений;
- В.3 навыками работы в поиске, обработке, анализе большого объема новой информации и представления ее в качестве отчетов и презентаций;
- В.4 методиками расчета и проектирования автоматизированных систем управления технологическим процессом.
- В.5 навыками использования нормативно-технической и справочной документации, необходимой при разработке проектов систем автоматизации технологических процессов.

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» являются:

формирование у обучающихся, специализирующихся в области химической технологии, знаний, умений и приобретение опыта в области автоматизации технологических процессов (принцип функционирования контрольно-измерительной аппаратуры для измерения технологических параметров управляемого процесса,

организация управления технологическими процессами с помощью микропроцессорной техники).

Основными задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний об уровне автоматизации производств химической промышленности;
- приобретение знаний о составе, основных функциях и структуре автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- приобретение знаний о классификации средств измерения технологических параметров, о принципах работы датчиков, измерительных преобразователей, вторичных приборов;
- приобретение навыков в выборе технических средств, соответствующих заданным характеристиками.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» (Б1.Б.3.20) - 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

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
тип задач профессиональной деятельности: <b>технологический</b>			

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
<p>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</p>	<p>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 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</p>	<p><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</p>	<p><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</p>
<p>Осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента; Освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования;</p>	<p>руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их</p>	<p><b>ПК-4</b> Способен анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию</p>	<p><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</p>

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
Организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений	основе; природное и техногенное сырье, содержащее 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		

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» 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 – 4, 144 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 8.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

– **раздел 1** – «Системы управления технологическими процессами»

– **раздел 2** – «Средства получения информации»

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>8 семестр (16 недель)</b>								
1	Системы управления технологическими процессами	4	4	4	15	2/ЛР1, 4/ЛР2, 3/ДЗ1	4/Т1	16
2	Средства получения информации	12	12	12	45	6/ЛР3, 8/ЛР4, 10/ЛР5, 12/ЛР6, 14/ЛР7, 16/ЛР8, 7/ДЗ2, 9/Т2, 11/ДЗ3	16/Т3	44
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 8 семестр:</b>		16	16	16	96			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>3-ОПК-1</b> )	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)

– 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	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
– 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	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
– Знать: конструкцию основного и вспомогательного оборудования ( <b>З-ПК-3</b> )	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
– Уметь: выбрать оптимальную технологическую схему процесса в соответствии с регламентом ( <b>У-ПК-3</b> )	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
– Владеть: навыками обоснования конкретного технического решения при разработке технологических процессов ( <b>В-ПК-3</b> )	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
– Знать: способы анализа технологических процессов и выявления его недостатков ( <b>З-ПК-4</b> )	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
– Уметь: анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию ( <b>У-ПК-4</b> )	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
– Владеть: навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологического процесса ( <b>В-ПК-4</b> )	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)

## 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 управления технологическими процессами</b>	
<b>1.1 Автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП).</b> АСУ ТП. Функции. Разновидности. Состав	2
<b>1.2 Средства измерений.</b> Средства измерений. Классификация. Назначение. Метрологические характеристики средств измерения	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>4</i>
<b>Раздел 2 Средства получения информации</b>	
<b>2.1 Приборы для измерения и контроля температуры (контактные методы) .</b> Термометры расширения (линейного, объемного). Манометрические термометры. Принцип действия. Конструкция. Рекомендации по выбору.	2
<b>2.2 Приборы для измерения и контроля давления.</b> Измерение давления. Типы измеряемого давления. Манометры. Преобразователи (датчики) давления. Классификация по принципу действия. Дополнительные средства, применяемые с датчиками давления. Рекомендации по выбору.	2
<b>2.3 Приборы для измерения и контроля расхода .</b> Измерение расхода. Расходомеры с постоянно движущимся телом (силовые (кориолисовые). Приборы, сконструированные на основе различных физических явлений (электромагнитные расходомеры; ультразвуковые). Рекомендации по выбору.	2
<b>2.4 Приборы для измерения и контроля уровня.</b> Измерение уровня. Контактные методы измерения (электрические: кондуктометрический, емкостной, вибрационный). Бесконтактные методы измерения (ультразвуковой; радарный; волноводный). Рекомендации по выбору.	2
<b>2.5 Приборы для измерения и контроля химического состава газа.</b> Газоанализаторы. Классификация (по принципу действия, по функциональным возможностям, по назначению). Конструктивные особенности ряда газоанализаторов (термохимических; термокондуктометрических; термомагнитных; фотоколориметрических; сорбционных). Рекомендации по выбору.	2
<b>2.6 Пневматические системы измерения и сигнализации.</b> <b>Электропневматические и пневмоэлектрические преобразователи.</b> Общие сведения об пневматических системах измерения и автоматизации. Область применения, элементная база пневматических КИПиА. Электропневматические и пневмоэлектрические преобразователи.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>12</i>
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Системы управления технологическими процессами</b>	
<b>1.1 Схемы автоматизации.</b> Нормативные документы, необходимые для разработки схем автоматизации. Правила разработки. Основы работы в графическом редакторе VISIO Microsoft	2
<b>1.2 Схемы автоматизации. Условные обозначения элементов на схемах автоматизации.</b> Нормативные документы, необходимые для разработки схем автоматизации. Условные графические и буквенные обозначения элементов на схемах автоматизации.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
<b>Раздел 2 Средства получения информации</b>	
<b>2.1 Разработка схемы автоматизации контроля температуры.</b> Разработка схемы автоматизации контроля температуры для различных условий. Выбор датчиков. Работа с каталогами заводов – изготовителей.	2
<b>2.2 Разработка схемы автоматизации контроля давления.</b> Разработка схемы автоматизации контроля давления для различных условий. Выбор датчиков. Работа с каталогами заводов – изготовителей.	2
<b>2.3 Разработка схемы автоматизации для контроля расхода жидкости и газа.</b> Разработка схемы автоматизации для контроля расхода жидкости и газа для различных условий. Выбор датчиков. Работа с каталогами заводов – изготовителей.	2
<b>2.4 Разработка схемы автоматизации для контроля уровня различных сред.</b> Разработка схемы автоматизации для контроля уровня различных сред. Выбор датчиков. Работа с каталогами заводов – изготовителей.	2
<b>2.5 Разработка схемы автоматизации аналитического контроля. Химический состав жидкости.</b> . Разработка схемы автоматизации аналитического контроля. Химический состав жидкости. Выбор датчиков. Работа с каталогами заводов – изготовителей.	2
<b>2.6 Разработка схемы автоматизации аналитического контроля. Концентрация различных газов.</b> Разработка схемы автоматизации аналитического контроля. Концентрация различных газов. Выбор датчиков. Работа с каталогами заводов – изготовителей.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	12
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>16</b>

#### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Системы управления технологическими процессами</b>	
<b>1.1 Контроллеры в АСУ ТП .</b> Контроллеры. Общие сведения (структура; модули; отличие от релейных схем; программирование). Классификация (мощность, область применения, открытость архитектуры; РС-совместимость; конструктивное исполнение). Промышленные контроллеры для АСУТП (обзор).	2
<b>1.2 Электронные регуляторы и электрические регулирующие и сигнализирующие устройства.</b> Электронные регуляторы температуры. Электронные программные регулирующие устройства. Электрические регулирующие устройства. Регулирующие и сигнализирующие позиционные приборные устройства.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
<b>Раздел 2 Средства получения информации</b>	
<b>2.1 Приборы для измерения и контроля (контактные методы).</b> Термометры сопротивления. Термоэлектрические преобразователи (термопары). Принцип действия. Конструкция. Градуировки и НСХ. Рекомендации по выбору.	2
<b>2.2 Приборы для измерения и контроля расхода.</b> Измерение расхода. Основные понятия (расход, количество). Классификация по принципу действия. Приборы с гидродинамическим способом измерения (расходомеры переменного перепада давления; расходомеры обтекания, вихревые расходомеры). Расходомеры с постоянно движущимся телом (тахометрические). Счетчики (тахометрические; теплосчетчики). Рекомендации по выбору.	2
<b>2.3 Приборы для измерения и контроля уровня .</b> Измерение уровня. Типы измеряемого и контролируемого уровня. Средства измерений. Классификация. Контактные методы измерения (не электрические: поплавковый, буйковый, гидростатический). Рекомендации по выбору.	2
<b>2.4 Приборы для измерения и контроля химического состава жидкости .</b> Измерение химического состава жидкости. Иономерные приборы электрохимические потенциометрические (рН-метр, еН-метр). Электрохимические кондуктометрические анализаторы (контактные; бесконтактные). Рекомендации по выбору.	2
<b>2.5 Приборы для измерения и контроля влажности газа.</b> Измерение влажности газа. Абсолютная и относительная влажность. Основные методы измерения влажности. Гигрометр точки росы. Электрические гигрометры. Психрометр. Рекомендации по выбору.	2
<b>2.6 Электрические системы передачи информации. Вторичные приборы.</b> Системы дифференциально-трансформаторные. Системы с ферродинамическими преобразователями. Сельсинной системы передачи информации. Вторичные приборы.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	12
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

## 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 32 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	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
ОПК-1	У-ОПК-1	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
ОПК-1	В-ОПК-1	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
ПК-3	З-ПК-3	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
ПК-3	У-ПК-3	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
ПК-3	В-ПК-3	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
ПК-4	З-ПК-4	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
ПК-4	У-ПК-4	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)
ПК-4	В-ПК-4	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, Т1, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, ДЗ2, Т2, ДЗ3, Т3, Экзамен (8 сем.)

**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 Экзамена.

### Аттестация в 8 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР1	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР2	Лабораторная работа	3	1.8
ДЗ1	Домашнее задание	5	3
Т1	Тестирование	5	3
ЛР3	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР4	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР5	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР6	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР7	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР8	Лабораторная работа	4	2.4
ДЗ2	Домашнее задание	5	3
Т2	Тестирование	5	3
ДЗ3	Домашнее задание	5	3
Т3	Тестирование	5	3
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<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 бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (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 Экзамена (8 семестр):

- 1 Средства измерений (СИ). Метрологические характеристики СИ.
- 2 Средства измерений (СИ). Классификация СИ.
- 3 Измерение температуры. Термометры объемного расширения.

- 4 Измерение температуры. Термометры линейного расширения (биметаллические, дилатометрические).
- 5 Измерение температуры. Манометрические термометры.
- 6 Измерение расхода. Тахометрические расходомеры и счетчики количества.
- 7 Измерение температуры. Термосопротивления медные (принцип действия, градуировки).
- 8 Измерение температуры. Термосопротивления платиновые (принцип действия, градуировки).
- 9 Измерение температуры. Термосопротивления (принцип действия, требования к материалам для изготовления чувствительного элемента), вторичные приборы, используемые совместно с термосопротивлениями.
- 10 Измерение температуры. Термопары (принцип действия, типы). Особенности измерения температуры с помощью термопар.
- 11 Измерение температуры. Термопары из благородных металлов (принцип действия, типы, номинальные статические характеристики).
- 12 Измерение температуры. Термопары из неблагородных металлов (принцип действия, типы, номинальные статические характеристики).
- 13 Измерение расхода. Ультразвуковые расходомеры (фазовые).
- 14 Измерение расхода. Ультразвуковые расходомеры (частотно-пакетные).
- 15 Анализ растворов (электрокондуктометрический контактный метод).
- 16 Анализ растворов (электрокондуктометрический бесконтактный метод).
- 17 Измерение давления. Типы измеряемого давления. Датчики давления.
- 18 Измерение давления. Преобразователи давления.
- 19 Измерение расхода. Гидростатические методы (переменный перепад давления).
- 20 Измерение расхода. Гидростатические методы (вихревые расходомеры).
- 21 Измерение расхода. Электромагнитные расходомеры.
- 22 Измерение расхода. Силовые кориолисовы расходомеры.
- 23 Измерение уровня. Гидростатический метод.
- 24 Измерение уровня. Ультразвуковой метод.
- 25 Измерение уровня. Радарный метод.
- 26 Измерение уровня. Волноводный метод.
- 27 Измерение уровня. Электрические методы (емкостной).
- 28 Измерение уровня. Электрические методы (кондуктометрический, вибрационный).
- 29 Сигнализаторы уровня. Назначение. Отличие от уровнемеров. Принципы действия.
- 30 Аналитическое оборудование. Измерение и контроль pH, ОВП.
- 31 Газоанализаторы (термохимические).
- 32 Газоанализаторы (термокондуктометрические).
- 33 Измерение и контроль химического состава газа. Газоанализаторы (классификация).
- 34 Газоанализаторы (термомагнитные).
- 35 Газоанализаторы (оптико - абсорбционные).
- 36 Электрические системы передачи информации. Дифференциально трансформаторные системы.
- 37 Электрические системы передачи информации. Ферро-динамические преобразователи.
- 38 Электрические системы передачи информации. Сельсиновые преобразователи.
- 39 Пневматическое оборудование. Назначение. Элементная база.
- 40 Пневматическое оборудование. Преобразователи пневмоэлектрические.
- 41 Пневматическое оборудование. Преобразователи электропневматические

- 42 Схема автоматизации. Правила оформления. Условные обозначения датчиков на схеме автоматизации.
- 43 Контроллеры. Назначение. Классификация (область применения, РС - совместимость).
- 44 Контроллеры. Назначение. Классификация (мощность, страна-изготовитель, открытость архитектуры)
- 45 АСУ ТП. Функции. Состав обеспечения.
- 46 АСУ ТП. Разновидности.
- 47 АСУ ТП. Современная реализация
- 48 Законы регулирования.
- 49 Электронные регуляторы (температура; уровень; давление).
- 50 Электронные программные регулирующие устройства (электронные регулирующие устройства; регулирующие и сигнализирующие позиционные приборные устройства).

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

### **8.1 Основная литература**

- Л1.1 Гаврилов А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие / Гаврилов А. Н., Пятаков Ю. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2019 - 376 с.
- Л1.2 Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств [Текст]: учебное пособие для вузов / А. А. Иванов - Москва: Форум, 2016 - 224 с.
- Л1.3 Информационно-измерительная техника и электроника: учебник / под ред. Г. Г. Раннева - Москва: Академия, 2009 - 512 с.
- Л1.4 Контрольно-измерительные приборы и инструменты [Текст]: учебник / С. А. Зайцев, Д. Д. Грибанов, А. Н. Толстов, Р. В. Меркулов - Москва: Академия, 2013 - 464 с.
- Л1.5 Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: практикум по моделированию систем автоматического регулирования / Б. А. Карташов, Е. А. Шабаев, О. С. Козлов, А. М. Щекатуров - Москва: ДМК Пресс, 2017 - 424 с.
- Л1.6 Щекатуров А. М. Методика моделирования динамики октокоптера: практикум по моделированию систем автоматического регулирования / А. М. Щекатуров - Москва: ДМК Пресс, 2021 - 228 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

- Л2.1 Бржозовский Б. М. Управление системами и процессами [Текст]: учебное пособие / Б. М. Бржозовский, В. В. Мартынов, А. Г. Схиртладзе - Старый Оскол: ТНТ, 2014 - 296 с.
- Л2.2 Управляющие вычислительные комплексы для промышленной автоматизации [Текст]: учебное пособие / под ред. Н. Л. Прохорова, В. В. Сюзева - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012 - 372, [4] с.
- Л2.3 Харазов В. Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие для вузов / В. Г. Харазов - СПб.: Профессия, 2013 - 655, [1] с.

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

- Э1 «Современные технологии автоматизации». Научно-технический журнал.  
<http://www.cta.ru/>
- Э2 «Автоматизация в промышленности». Научно-технический журнал  
<http://avtomprom.narod.ru/>

Э3 Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»  
<http://window.edu.ru/>

Э4 ТПУ НТБ им. В.А. Обручева <https://www.lib.tpu.ru/>

Э5 Распределенный сводный каталог библиотек институтов НИЯУ МИФИ  
(<http://library.mephi.ru>)

Э6 [www.ptd.siemens.ru](http://www.ptd.siemens.ru)

## 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: помечать 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 решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

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 ораторской 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.

**Лабораторные работы.** Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

**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, лабораторных 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
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса

- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Проработка материала практического занятия
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Выполнение домашних заданий
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса. Выполнение тестовых заданий.
- Проработка материала практического занятия. Выполнение тестовых заданий.
- Проработка материала практического занятия.
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (8 семестр)

В течение 8 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене 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