

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОМАТИЗАЦИЯ АЭС

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
9	3	108	32	0	32		44	0	3
Итого	3	108	32	0	32	32	44	0	

АННОТАЦИЯ

Учебный курс содержит сведения о современных отечественных цифровых АСУ ТП как реализованных, так и проектируемых. Курс содержит общую информацию по структуре и функциональности АСУ ТП, описываются технические решения по всем основным подсистемам СУЗ, СВБУ, УСБ, БПУ, УСНЭ, СКУД, СКУ ПЗ и др., рассматривается основная отечественная и зарубежная НТД в части АСУ ТП, а также технология создания АСУ ТП.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является получение студентами знаний о составе, основном оборудовании и структуре АСУ ТП современных АЭС, включая основные составляющие человеко-машинного интерфейса.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина является основой для изучения других дисциплин, связанных с различными аспектами и изучения АЭС, входящих в этот цикл, а также для выполнения научно-исследовательских работ студентов, курсовых проектов, производственной практики и дипломного проектирования по данной тематике.

Для изучения данной дисциплины студент должен обладать знаниями:

- по следующим разделам математики: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного;
- по основным разделам физики;
- теория автоматического регулирования;
- теоретических основ электротехники;
- по курсу “Теоретическая физика (ядерная физика и техника)”.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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
проектный			

<p>Проектирование элементов оборудования, технологических систем, информационно-измерительных систем, систем контроля, управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных информационных технологий, с учетом экологических требований и требований безопасной работы</p>	<p>технологическое оборудование, информационно-измерительные системы, системы контроля и управления, автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных станций и других ядерных энергетических установок</p>	<p>ПК-3.3 [1] - способен к разработке компьютерных систем сбора, передачи и обработки данных в системах контроля и управления физическими и ядерно-физическими объектами и установками</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>З-ПК-3.3[1] - знать современные стандарты, технологии и языки программирования, основные интерфейсы и принципы построения промышленных компьютерных сетей; У-ПК-3.3[1] - уметь применять современную методологию разработки компьютерных систем и сетей; В-ПК-3.3[1] - владеть современными пакетами САПР, интегрированными средами разработки, средствами анализа данных</p>
<p>Проектирование элементов оборудования, технологических систем, информационно-измерительных систем, систем контроля, управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации</p>	<p>технологическое оборудование, информационно-измерительные системы, системы контроля и управления, автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных станций и других ядерных энергетических установок</p>	<p>ПК-3.4 [1] - способен к анализу и проектированию информационно-измерительных систем, систем контроля и управления, систем автоматизации ядерных энергетических установок</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>З-ПК-3.4[1] - знать высоконадежную элементную базу автоматики и электроники, базовые элементы аналоговых и цифровых устройств и программно-технических средств, основные методы анализа и проектирования автоматических и автоматизированных систем контроля и управления ядерных энергетических установок; У-ПК-3.4[1] - уметь проводить сбор и анализ исходных информационных</p>

проектирования и современных информационных технологий, с учетом экологических требований и требований безопасной работы			данных для проектирования информационно-измерительных систем, систем контроля и управления, систем автоматизации, составлять математические модели объектов и систем управления; В-ПК-3.4[1] - владеть современными технологиями проектирования и конструирования элементов, систем измерения и автоматизации с использованием стандартных и специальных систем и средств автоматизированного проектирования
Проектирование элементов оборудования, технологических систем, информационно-измерительных систем, систем контроля, управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных информационных технологий, с учетом	технологическое оборудование, информационно-измерительные системы, системы контроля и управления, автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных станций и других ядерных энергетических установок	ПК-3.5 [1] - способен разрабатывать аппаратуру систем контроля и управления атомных станций и других ядерных энергетических установок на основе микропроцессорной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	З-ПК-3.5[1] - знать теоретические основы и практические подходы к конструированию электронной аппаратуры систем контроля и управления на основе микропроцессорной техники; У-ПК-3.5[1] - уметь составлять конструкторскую и эксплуатационную документацию; В-ПК-3.5[1] - владеть современными пакетами САПР при выполнении структурного, схемотехнического, технического и конструкторского проектирования, практическими

экологических требований и требований безопасной работы			навыками проектирования и конструирования электронной аппаратуры систем контроля и управления атомных станций и других ядерных энергетических установок
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; ядерно-энергетическое оборудование атомных электрических станций и других ядерных энергетических установок; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-5 [1] - Способен формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-5[1] - знать методологию проектной деятельности; жизненный цикл проекта, основные критерии и показатели эффективности и безопасности; ; У-ПК-5[1] - уметь формулировать цели и задачи проекта;; В-ПК-5[1] - владеть методами анализа результатов проектной деятельности
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; ядерно-энергетическое оборудование атомных электрических станций и других ядерных энергетических установок; безопасность	ПК-6 [1] - Способен к конструированию и проектированию узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием и требованиями безопасной работы с использованием средств автоматизации проектирования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008	З-ПК-6[1] - знать требования безопасной работы, предъявляемые к узлам и элементам систем; ; У-ПК-6[1] - уметь конструировать и проектировать элементы систем в соответствии с техническим заданием;; В-ПК-6[1] - владеть средствами автоматизации проектирования

	эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;		
научно-исследовательский			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-3 [1] - Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-3[1] - знать методы проведения исследований физических процессов ; У-ПК-3[1] - уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок ; В-ПК-3[1] - владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-4 [1] - Способен составить отчет по выполненному заданию, готов к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-4[1] - знать нормативные документы для составления отчетов по выполненным заданиям; ; У-ПК-4[1] - уметь обобщать и анализировать научно-техническую информацию;; В-ПК-4[1] - владеть методами проектирования ЯЭУ и внедрения результатов исследований в эксплуатацию
производственно-технологический			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих,	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная	ПК-9 [1] - Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с	З-ПК-9[1] - Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; ; У-ПК-9[1] - уметь анализировать

преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	целью обеспечения их эффективной и безопасной работы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ;; В-ПК-9[1] - владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>

Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирование базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>9 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/0/0		20	КИ-8	3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, 3-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, 3-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
2	Второй раздел	9-16	16/0/0		20	КИ-16	3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, 3-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, 3-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5,

							У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
3	Практическая часть	1-16	0/0/32		20	КИ-16	З-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, З-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, З-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
	<i>Итого за 9 Семестр</i>		32/0/32		60		
	Контрольные мероприятия за 9 Семестр				40	3	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, З-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, З-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6,

							У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
--	--	--	--	--	--	--	--

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>9 Семестр</i>	32	0	32
1-8	Первый раздел	16	0	0
1 - 2	Тема 1. АЭС как объект управления. Функциональные и структурные схемы АСУ ТП для АЭС. Общее, особенности, различия. Основные подсистемы АСУ ТП, общестанционная часть. Иерархическая структура: понятия нижнего, среднего и верхнего уровней АСУ	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Тема 2. Технологические основы АСУ ТП (постановка задач). Функциональный анализ АЭС и технологическое задание на автоматизацию. Структура и состав задач для создания АСУ ТП, задачи автоматизации энергоблока. Задачи дистанционного управления и автоматического регулирования. Технологические защиты и блокировки, сигнализация. Задачи пунктов управления и системы верхнего уровня. Задачи отдельных подсистем и информационная поддержка персонала, управление техническими и программными средствами АСУ ТП	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Тема 3. Нормативная база АСУ ТП. Нормативы РФ: основные ГОСТы, правила Ростехнадзора. Европейские правила EUR, МЭК. Немецкие и французские правила. Нормативы NUREG (США). Правила МАГАТЭ	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Тема 4. Оперативный персонал и роль оператора в управлении АЭС. Состав и функции оперативного персонала. Структура деятельности оператора. Разделение функций управления между машиной и человеком. Документация по регламентированию деятельности оперативного персонала.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Человеческий фактор в управлении АЭС. Надежность оператора, отказы и ошибки оператора, их статистика и классификация. Методы расчета надежности человека-оператора в процедурах управления			
9-16	Второй раздел	16	0	0
9 - 11	Тема 5. ПТК основных подсистем АСУ ТП. Состав и структура нижнего уровня. Технические средства и оборудование теплотехнического контроля, низковольтные комплектные устройства для управления арматурой и механизмами. Схемы подключения датчиков и исполнительных механизмов. Схемы электропитания датчиков и исполнительных механизмов Состав и структура программно-технических комплексов (ПТК), технические и программные средства ПТК. Входные и выходные сигналы. Конструкция шкафных устройств, их характеристики. Компоновка шкафов в ПТК, шины связи между шкафами. Состав и структура системы верхнего блочного уровня управления (СВБУ). Принципы формирования структурной схемы СВБУ. Дисплейные и индивидуальные технические средства Программные средства СВБУ.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 14	Тема 6. Блочный пункт управления. Функции и состав пунктов управления. Блочный и резервный щиты - основные пункты управления. Конструкции БПУ современных отечественных и зарубежных АЭС. Основные функциональные зоны БПУ И РПУ. Роль и место экранов коллективного пользования. Видеокadres (форматы) СВБУ - основной источник представления информации оператору современных АСУ ТП. Функциональный состав и структура видеокadres. Принципы формирования видеокadres, их взаимосвязь, понятие навигации	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Тема 7. Технология создания и перспективные схемы АСУ ТП АЭС. Требования к технологии создания. Принципы проектирования АСУ ТП. Технология проектирования ПТК. Проверка и отработка проектных решений. Требования к перспективным АСУ ТП АЭС. Перспективные концепции создания АСУ ТП. Новые БПУ. Роль и место человека-оператора в перспективных системах управления АЭС.	Всего аудиторных часов		
		8	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
1-16	Практическая часть	0	0	32
1 - 16	Практическая часть Практическая часть	Всего аудиторных часов		
		0	0	32
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал

ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>9 Семестр</i>
1 - 2	Работа 1. Построение каналов управления исполнительными механизмами. Структура и состав ПТК АСУТП АЭС «ТПТС-51». Знакомство с графическим редактором системы автоматизации верхнего уровня «Портал». Построение и реализация технологических форматов в графическом редакторе «Портал». Управление исполнительными механизмами с использованием реализованных технологических форматов. Измерение параметров каналов управления и параметров исполнительных механизмов. Построение временных диаграмм и графиков управления, хронометраж, вывод протокола управления.
3 - 4	Работа 2. Графический редактор САПР ТПТС-51 «GET-R». Знакомство со средой проектирования алгоритмов управления АСУТП – редактором графических функциональных диаграмм «GET-R». Знакомство со средой программирования контроллеров ТПТС-51 – языком STEP и средством отладки STRUK. Построение простейшей функциональной диаграммы управления технологическим механизмом. Трансляция диаграммы в программный код. Программирование стойки. Отладка и проверка диаграммы управления.
5 - 6	Работа 3. Ввод-вывод дискретных сигналов в ТПТС-51. Основные правила подключения оборудования к стойке ТПТС-51. Порядок подключения. Знакомство с функциональными блоками ввода и вывода дискретных сигналов. Знакомство с библиотекой базовых функций модулей. Изучение функционала модуля управления технологическими механизмами. Разработка функциональной диаграммы управления технологическим механизмом с использованием ручного управления и индикации состояния. Введение простейшего алгоритма автоматизации. Трансляция диаграммы, отладка и проверка.
7 - 9	Работа 4. Ввод-вывод аналоговых сигналов в ТПТС-51. Основные правила подключения аналогового оборудования к стойке ТПТС-51. Виды аналоговых интерфейсов. Понятие достоверности аналогового сигнала. Способы определения достоверности и недостоверности сигнала. Изучение функционала модуля аналогового ввода-вывода. Изучение функционала калибратора. Построение диаграммы с алгоритмом аналогового вычисления. Реализация диаграммы. Подключение калибраторов. Трансляция диаграммы, отладка и проверка.
10 - 11	Работа 5. Ввод физических величин в ТПТС-51 на примере температурных датчиков. Связь с верхним уровнем. Принципы, методы и технические средства измерения температуры. Изучение функционала калибратора в плане измерения температуры и генерации сигнала температурных датчиков. Изучение функционала модуля температурных измерений. Реализация схемы подключения термопары и термосопротивления. Построение диаграммы с алгоритмом измерения температуры и принятия решения. Трансляция диаграммы, отладка, проверка. Построение технологического формата с данными о температуре и решении. Связь диаграммы с технологическим форматом. Проверка. Получение температурного графика.

12 - 16	<p>Работа 6. Модель объекта и простейшей системы управления.</p> <p>Способы моделирования физических объектов. Моделирование с использованием библиотеки базовых функций модулей. Построение системы автоматического управления с использованием нескольких диаграмм и нескольких модулей ТПТС. Реализация связи между модулями ТПТС. Вывод информации на верхний уровень. Отладка, проверка и измерение основных параметров полученной системы автоматического управления. Управление с верхнего и нижнего уровня. Получение графиков и протоколов работы.</p>
---------	--

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций.
- Обсуждение контрольных вопросов при проведении аудиторных занятий.
- Проведение лабораторных занятий с интерактивным участием студентов.

7. ФОНД 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 представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3.3	З-ПК-3.3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3.4	З-ПК-3.4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.4	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3.5	З-ПК-3.5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.5	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
ПК-9	З-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16

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 и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	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.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	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.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	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.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

2. 621.039 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

3. 621.039 В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Выговский С.Б., Рябов Н.О., Чернов Е.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1.1. Указания для прослушивания лекций.

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

1.2. Указания по выполнению самостоятельной работы.

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

1.3. Указания по выполнению лабораторных работ.

Получить у преподавателя задание к лабораторной работе и список рекомендованной литературы.

Повторение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить предварительные выкладки и план выполнения работы.

Выполнить задание по лабораторной работе. Ознакомиться с контрольными вопросами по теме проделанной работы.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

Ответить на вопросы преподавателя. Обратить внимание на глубину понимания полученных результатов и целей проделанной работы.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без общего письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Перед началом работы в лаборатории пройти инструктаж по технике безопасности. Следует неукоснительно соблюдать требования техники безопасности во время работы в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе: изучить основные теоретические положения, на которых базируется работа; ознакомиться с описанием оборудования и программных средств, используемых в работе; ответить на контрольные вопросы; выполнить задание на самостоятельную работу.

В процессе выполнения работы необходим постоянный контакт с преподавателем; стандартный метод работы студента – метод проб и ошибок – следует заменить на метод проб и находок.

После выполнения работы следует подготовить отчёт. В отчёте должны содержаться:

- 1) цели работы;
- 2) основные результаты выполнения работы (схемы, графики, диаграммы), распечатанные на принтере формата А4;
- 3) данные измерений, расчёты, пояснения к результатам;
- 4) выводы.

Во время сдачи лабораторной работы будут заданы дополнительные вопросы, ответы на которые будут отражать глубину усвоения материала студентом. Работа оценивается по активности студента во время работы, подготовленному отчёту и ответам на дополнительные вопросы.

После получения зачёта по работе получить у преподавателя задание на подготовку к следующей работе, список рекомендованной литературы, необходимую документацию, направление поиска недостающих сведений. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно; при затруднениях необходимо обращаться к преподавателю.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

2.1. Указания для проведения лекций.

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемые в курсе. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.

Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным семинарам.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2.2. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности, для чего сделать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности неправильных действий.

При приеме зачета по работе проверить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

Перед началом курса в лаборатории провести инструктаж по технике безопасности и отметить его проведение в журнале по технике безопасности.

Следует следить за неукоснительным соблюдением требований техники безопасности во время работы в лаборатории.

Перед каждым занятием заблаговременно включить оборудование и обязательно провести проверку работоспособности всей цепочки от создания схем до получения работающего алгоритма.

Во время занятия обращать внимание на выполнение работ на каждом рабочем месте. Следует оперативно разрешать коллизии одновременного доступа к стойке ТПТС с нескольких рабочих мест.

2.3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Автор(ы):

Аулов Юрий Эрнстович

Зверков Валерий Викторович, к.т.н.