

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
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии
[2] 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов
[3] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	4	144	32	32	0		44	0	Э
Итого	4	144	32	32	0	0	44	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина 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.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1, 2, 3] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1, 2, 3] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2, 3] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

УК-3 [1, 2, 3] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	З-УК-3 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1, 2, 3] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1, 2, 3] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-6 [1, 2, 3] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	З-УК-6 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (B2)
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (B3)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)

Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)
-----------------------------	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Раздел 2	9-16	16/16/0		25	КИ-16	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

* – 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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Раздел 1	16	16	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	4	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	4	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	4	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. Человеческий фактор в управлении АЭС. Надежность оператора, отказы и ошибки оператора, их статистика и классификация. Методы расчета надежности человека-оператора в процедурах управления	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Раздел 2	16	16	0
9 - 11	Тема 5. ПТК основных подсистем АСУ ТП.	Всего аудиторных часов		

	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.	6	6	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. Видеокадры (форматы) СВБУ - основной источник представления информации оператору современных АСУ ТП. Функциональный состав и структура видеокладов. Принципы формирования видеокладов, их взаимосвязь, понятие навигации	Всего аудиторных часов		
		6	6	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		
		4	4	0
		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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
--------	---------------------------

	<i>7 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 автоматики. Трансляция диаграммы, отладка и проверка.
7 - 8	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.
9 - 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	Работа 6. Модель объекта и простейшей системы управления. 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.

- Проведение аудиторных занятий с помощью современных компьютерных технологий.
- Обсуждение контрольных вопросов при проведении аудиторных занятий.
- Проведение практических 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)
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16
УК-3	З-УК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-3	Э, КИ-8, КИ-16
УК-6	З-УК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-6	Э, 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-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
2. 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:

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

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. Указания для прослушивания курса.

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

Перед посещением занятий освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю.

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

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

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

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.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Указания для проведения занятий.

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.

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.

Возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

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

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным занятиям.

На последнем занятии уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

Проверить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

2. 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.