

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 ИФТИС

Протокол № 1

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
АСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ АЭС

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	4	144	16	48	0	26	0	0	Э
Итого	4	144	16	48	0	0	26	0	

АННОТАЦИЯ

Учебный курс содержит сведения о современных отечественных цифровых как реализованных, так и проектируемых. Курс содержит общую информацию по структуре и функциональность, описываются технические решения по всем основным подсистемам и др., рассматривается основная отечественная и зарубежная в части, а также технология создания.

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 человека-машинного интерфейса.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина является основой для изучения дисциплин, связанных с различными аспектами АЭС, 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
--------------------------------	--

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
Проектирование электронных систем, информационно-измерительных	информационно-измерительные системы, киберфизические	ПК-24.3 [1] - способен к анализу и проектированию информационно-	3-ПК-24.3[1] - знать высоконадежную элементную базу автоматики и

систем, киберфизических устройств, систем 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	устройства, системы контроля и управления ядерно-физических установок	измерительных систем, киберфизических систем контроля и управления, систем автоматизации физических и ядерно-физических установок <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	электроники, базовые элементы аналоговых и цифровых устройств и программно-технических средств, основные методы анализа и проектирования автоматических и автоматизированных киберфизических систем контроля и управления; У-ПК-24.3[1] - уметь проводить сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования информационно-измерительных систем, киберфизических систем контроля и управления, систем автоматизации, составлять математические модели объектов и систем управления; В-ПК-24.3[1] - владеть современными технологиями проектирования и конструирования элементов, систем измерения и автоматизации с использованием стандартных и специальных систем и средств автоматизированного проектирования
Проектирование электронных систем, информационно-измерительных систем, киберфизических устройств, систем управления и автоматизации и их	информационно-измерительные системы, киберфизические устройства, системы контроля и управления ядерно-физических установок	ПК-24.4 [1] - способен разрабатывать аппаратуру киберфизических систем контроля и управления на основе микропроцессорной техники	З-ПК-24.4[1] - знать теоретические основы и практические подходы к конструированию электронной аппаратуры киберфизических систем контроля и

<p>структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных информационных технологий</p>		<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>управления на основе микропроцессорной техники; У-ПК-24.4[1] - уметь составлять конструкторскую и эксплуатационную документацию; В-ПК-24.4[1] - владеть современными пакетами САПР при выполнении структурного, схемотехнического, технического и конструкторского проектирования, практическими навыками проектирования и конструирования электронной аппаратуры киберфизических систем контроля и управления физическими установками, физическими и технологическими процессами</p>
---	--	--	--

производственно-технологический			
<p>Монтаж, наладка, настройка, регулировка, испытание, сдача в эксплуатацию и последующие эксплуатация и обслуживание оборудования и программных средств измерительных, информационно-управляющих систем и автоматизированных комплексов</p>	<p>информационно-измерительные системы, киберфизические устройства, системы контроля и управления ядерно-физических установок</p>	<p>ПК-24.5 [1] - способен выполнять диагностику, техническое обслуживание и ремонт электронного и электротехнического оборудования, программно-технических средств и комплексов информационно-измерительных и управляющих систем физических установок</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033</p>	<p>З-ПК-24.5[1] - знать методы, средства и порядок выполнения регламентных работ по ТОиР программно-аппаратных средств и электронного оборудования физических установок; У-ПК-24.5[1] - уметь выполнять техническое обслуживание и ремонт электронного, электротехнического оборудования и программно-аппаратных средств информационно-управляющих систем физических установок;</p>

			В-ПК-24.5[1] - владеть навыками диагностики, наладки и испытания электрооборудования и программно-аппаратных средств физических установок с использованием измерительных приборов
--	--	--	---

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)	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. 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.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика»,

	поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	«Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - 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 открытых и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (В23)	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/ Практ. (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	8/12/0		20	КИ-8	З-ПК-24.3, У-ПК-24.3, В-ПК-24.3
2	Раздел 2	9-15	8/12/0		20	КИ-15	З-ПК-24.4, У-ПК-24.4, В-ПК-24.4
3	Практическая часть	1-15	0/24/0		20	КИ-15	З-ПК-24.3, У-ПК-24.3, В-ПК-24.3, З-ПК-24.4, У-ПК-24.4, В-ПК-24.4, З-ПК-24.5, У-ПК-24.5, В-ПК-24.5
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/48/0		60		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				40	Э	З-ПК-24.3, У-ПК-24.3, В-ПК-24.3, З-ПК-24.4, У-ПК-24.4, В-ПК-24.4, З-ПК-24.5, У-ПК-24.5, В-ПК-24.5

* – 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>	16	48	0
1-8	Раздел 1	8	12	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		
		2	2	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		
		2	2	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		
		2	4	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		
		2	4	0
9-15	Раздел 2	8	12	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		
		3	4	0
12 - 14	Тема 6. Блочный пункт управления. Функции и состав пунктов управления. Блочный и	Всего аудиторных часов		
		3	4	0

	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 видеокадров. Принципы формирования видеокадров, их взаимосвязь, понятие навигации	Онлайн
15	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 2 4 0 Онлайн 0 0 0
1-15	Практическая часть	0 24 0
1 - 15	Практическая часть Практическая часть	Всего аудиторных часов 0 24 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>
12	Обоснование безопасности Анализ аварий: детерминистский и вероятностный анализы безопасности
13	Эксплуатация АЭС Основные этапы ввода АЭС в эксплуатацию, основные положения по эксплуатации. Пределы и условия безопасной эксплуатации, эксплуатационные пределы.
14 - 15	Типы других реакторных установок Технологические особенности реакторных установок с РБМК, БН и СВБР.
1 - 2	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	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 - 8	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 технологическим механизмом. Разработка функциональной диаграммы управления технологическим механизмом с использованием ручного управления и индикации состояния. Введение простейшего алгоритма автоматики. Трансляция диаграммы, отладка и проверка.
9 - 10	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.
11 - 12	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.
13 - 15	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.

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	Типы и состав АЭС Типы и состав АЭС, контура, принципиальная схема и циклы АЭС, характеристики

	площадки. Ситуационный и генеральный план, основные подходы к проектированию зданий, сооружений, систем и элементов.
3 - 4	Реакторная установка Реакторная установка (РУ): активная зона, реактор, парогенератор, ГЦНА. Главные циркуляционные трубопроводы, компенсатор давления, схема перегрузки ядерного топлива.
5 - 6	Системы безопасности АЭС Функции безопасности и типы СБ. Системы высокого и низкого давления ввода бора, локализации гермообъема, ограничения давления в первом и втором контурах, обеспечивающие системы безопасности.
7 - 8	Первый контур и связанные с ним системы Первый контур и связанные с ним системы: подпитка-продувка, оргпротечки, дренажи. Системы газоудаления, системы чистого конденсата, подготовки борных растворов и др.
9 - 10	Паротурбинная установка, системы второго контура Принципиальная схема второго контура, паротурбинная установка, турбинная ступень, системы второго контура. Системы электроснабжения АЭС, включая САЭ.
11	Вспомогательные и общестанционные системы Циркуляционное и техническое водоснабжение, защита от радиации, виды и типы радиационного контроля, пожарная безопасность, контроль водно-химических режимов.
12	Обоснование безопасности Анализ аварий: детерминистский и вероятностный анализы безопасности
13	Эксплуатация АЭС Основные этапы ввода АЭС в эксплуатацию, основные положения по эксплуатации. Пределы и условия безопасной эксплуатации, эксплуатационные пределы.
14 - 15	Типы других реакторных установок Технологические особенности реакторных установок с РБМК, БН и СВБР.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций с использованием современных мультимедийных средств в интерактивной форме.
- Обсуждение контрольных вопросов при проведении аудиторных занятий.
- Самостоятельная работа студентов в форме проработки лекционного материала и подготовки к занятиям

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-24.3	З-ПК-24.3 У-ПК-24.3	Э, КИ-8, КИ-15 Э, КИ-8, КИ-15

	В-ПК-24.3	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-24.4	З-ПК-24.4	Э, КИ-15
	У-ПК-24.4	Э, КИ-15
	В-ПК-24.4	Э, КИ-15
ПК-24.5	З-ПК-24.5	Э, КИ-15
	У-ПК-24.5	Э, КИ-15
	В-ПК-24.5	Э, КИ-15

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 иочно 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		B	
75-84		C	
70-74	4 – «хорошо»	D	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			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	3 – «удовлетворительно»	E	
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 N91 Nuclear Power and Energy Security : , , Dordrecht: Springer Netherlands,, 2010
2. ЭИ 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
3. 621.039 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 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
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
3. 621.3 Б40 Безопасность при эксплуатации атомных станций : учебное пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2007
4. ЭИ Ф50 Физические и конструкционные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие для вузов, Выговский С.Б. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
5. 621.039 Ф50 Физические и конструкционные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие для вузов, Выговский С.Б. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
6. ЭИ Х20 Энергетика. Технико-экономические основы : учебное пособие для вузов, Харитонов В.В., Москва: МИФИ, 2007

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 практических занятий.

Получить у преподавателя задание 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 списку практических занятий. 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.

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 практических занятий.

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.

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.