

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

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.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
10	3	108	0	24	0		48	0	Э КП
9	2	72	0	32	0		40	0	3
Итого	5	180	0	56	0	10	88	0	

АННОТАЦИЯ

Цель дисциплины:

- изучение основ работы и управления атомными и тепловыми электрическими станциями.

Задачи освоения дисциплины:

- формирование у студента логического мышления, основанного на знании принципов анализа тепловых и гидравлических процессов, происходящих в системах оборудования первого и второго контуров АЭС и в системах ТЭС;

- освоение методов определения технико-экономических показателей и условий, обеспечивающих наибольшую тепловую и общую экономичность электростанций.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- изучение основ работы и управления атомными и тепловыми электрическими станциями.

Задачи освоения дисциплины:

- формирование у студента логического мышления, основанного на знании принципов анализа тепловых и гидравлических процессов, происходящих в системах оборудования первого и второго контуров АЭС и в системах ТЭС;

- освоение методов определения технико-экономических показателей и условий, обеспечивающих наибольшую тепловую и общую экономичность электростанций.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения данной дисциплины требуется знание дисциплин: Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Начала анализа ; Общая физика (Механика. Молекулярная физика и основы термодинамики); Математический анализ, Основы термодинамики и теплопередачи.

Знания, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при изучении других дисциплин учебной программы: Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии, Котельные установки, Турбомашины, Автоматизация технологических процессов, Автоматизация АЭС, Испытания и наладка энергетического оборудования , в выпускной работе, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

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	Объект или	Код и наименование	Код и наименование
--------	------------	--------------------	--------------------

профессиональной деятельности (ЗПД)	область знания	профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	индикатора достижения профессиональной компетенции
производственно-технологический			
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	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	ПК-9 [1] - Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	З-ПК-9[1] - Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; ; У-ПК-9[1] - уметь анализировать 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.
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	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	ПК-10 [1] - Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	З-ПК-10[1] - знать критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; ; У-ПК-10[1] - уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ;; В-ПК-10[1] - владеть методами оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами
проектирование,	процессы контроля	ПК-11 [1] - Способен	З-ПК-11[1] - знать

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	параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.032, 24.033	правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ; ; У-ПК-11[1] - уметь проводить монтаж, ремонт и демонтаж оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС;; В-ПК-11[1] - владеть навыками монтажных и демонтажных работ на технологическом оборудовании
организационно-управленческий			
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	теплофизические энергетические установки как объекты человеческой деятельности, связанной с их созданием и эксплуатацией	ПК-13 [1] - Способен к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.032, 24.033	З-ПК-13[1] - знать техническую документацию по обслуживанию технологического оборудования; ; У-ПК-13[1] - уметь производить контроль соблюдения технологической дисциплины;; В-ПК-13[1] - владеть базовыми навыками работы на технологическом оборудовании

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (В24)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование

		<p>воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и</p>
--	--	---

		<p>жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за обеспечение кибербезопасности объектов атомной отрасли (В25)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4.Использование воспитательного</p>

		<p>потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственной экологической позиции (B26)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной</p>

		<p>безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>
--	--	---

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	Раздел 1. Типы электростанций. Повышение эффективности работы ПТУ.	1-8	0/16/0		25	СК-8	З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9,

							3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
2	Раздел 2. ПрТС, их оборудование и схемы включения.	9-16	0/16/0		25	СК-16	3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-

							ПК-13
	<i>Итого за 9 Семестр</i>		0/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 9 Семестр				50	3	3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
	<i>10 Семестр</i>						
1	Развитие атомной энергетики. Основные показатели работы АЭС.	1-8	0/16/0		25	КИ-8	3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-

							11, В- ПК- 11, 3-ПК- 13, У- ПК- 13, В- ПК- 13
2	Основные проблемы эксплуатации АЭС. Продление срока эксплуатации АЭС.	9-15	0/8/0		25	КИ-15	3-ПК- 9, У- ПК-9, В- ПК-9, 3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, 3-ПК- 11, У- ПК- 11, В- ПК- 11, 3-ПК- 13, У- ПК- 13, В- ПК- 13
	<i>Итого за 10 Семестр</i>		0/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 10 Семестр				50	Э, КП	3-ПК- 9, У- ПК-9, В- ПК-9, 3-ПК- 10, У-

							ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
Э	Экзамен
КП	Курсовой проект

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>9 Семестр</i>	0	32	0
1-8	Раздел 1. Типы электростанций. Повышение эффективности работы ПТУ.	0	16	0
1 - 8	Типы электростанций. Повышение эффективности работы ПТУ. Типы электростанций. Схемы ПТУ электростанций. Показатели тепловой экономичности электростанций. Повышение эффективности работы ПТУ. Повышение начальных параметров. Снижение конечного давления. Сепарация влаги и промежуточный перегрев пара. Методы расширения электростанций. Регенеративный подогрев питательной воды. Тепловые нагрузки электростанций. Элементы принципиальных тепловых схем электростанций.	Всего аудиторных часов		
		0	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Раздел 2. ПрТС, их оборудование и схемы включения.	0	16	0
9 - 16	ПрТС, их оборудование и схемы включения. Классификация и схемы их включения регенеративных подогревателей. Классификация и схемы включения деаэраторов. Схемы включения питательных и конденсатных насосов. Принципиальные тепловые схемы ТЭС. Принципиальные тепловые схемы АЭС. Энергетические показатели ПТУ. Методы расчета принципиальной тепловой схемы (ПрТС). Техно-экономические показатели работы ТЭС и АЭС. Принципы технико-экономического расчета ТЭС	Всего аудиторных часов		
		0	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>10 Семестр</i>	0	24	0
1-8	Развитие атомной энергетики. Основные показатели работы АЭС.	0	16	0
1 - 2	Введение. Программа и стратегия развития атомной энергетики. Роль и место атомной энергетики в современном мире. Прогнозы развития мирового и отечественного ТЭК. Требования, предъявляемые к строящимся и	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	проектируемым АЭС. Ядерная, радиационная безопасность. Водородовзрывобезопасность. Пожаробезопасность. Экономические показатели работы АЭС. Особенности схемы кооперации предприятий и организаций при разработке и создании АЭС. Регламентация деятельности в атомной энергетике. Федеральный закон "Об использовании атомной энергии". Правовые основы эксплуатации АЭС.			
3 - 4	Основные показатели работы АЭС. Динамика выработки электроэнергии на АЭС. Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ). Влияние на КИУМ автоматических срабатываний АЗ, ремонтов, диспетчерских ограничений и других факторов. Оценка экономических показателей работы АЭС. Себестоимость электроэнергии. Принципы формирования и структура тарифов на электроэнергию.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	НИОКР в области атомной энергетики. Стадии разработки нового оборудования для АЭС. Виды и содержание технической документации, сопровождающей НИОКР Технические требования. Техническое задание. Технические условия. Инструкция по эксплуатации. Подтверждение показателей разрабатываемой продукции. Межведомственные испытания. Опытно-промышленная эксплуатация. Лицензирование. Сертификация. Верификация программного обеспечения. Требования Госатомнадзора и Госстандарта России при разработке, изготовлении, испытаниях и эксплуатации нового оборудования на АЭС.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Основные проблемы эксплуатации АЭС. Оптимизация технологических режимов работы АЭС. Пуск и останов энергоблока. Перегрузка топлива. Виды и последствия нарушений в работе АЭС. Классификация отказов оборудования. Распределение отказов по видам оборудования. Оптимизация топливных циклов. Влияние "человеческого фактора" на эксплуатационные показатели. Концепция энергоблоков третьего поколения.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Основные проблемы эксплуатации АЭС. Продление срока эксплуатации АЭС.	0	8	0
9 - 10	Продление срока эксплуатации АЭС. Методы исследования износных отказов и оценки остаточного ресурса оборудования. Детерминистический и вероятностный анализ безопасности. Управление ремонтами энергоблоков. Примеры разработки и применения новых технологий при модернизации энергоблоков (Определение сопротивления хрупкого разрушения корпуса. Ремонт коллекторов ПГ, патрубков КД и ГЦТ на АЭС с ВВЭР и трубопроводов Ду300 на АЭС с РБМК. Замена ПК КД и ПГ, БЗОК на АЭС с ВВЭР-440. Обоснование остаточного ресурса верхнего блока, ВКУ АЭС с ВВЭР-440).	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Вывод из эксплуатации АЭС. Технические и технологические решения по выводу блоков	Всего аудиторных часов		
		0	2	0

	из эксплуатации. Опыт работ по выводу из эксплуатации энергоблоков №1,2 НВАЭС и №1,2 БАЭС.	Онлайн	0	0	0
13	Обращение с РАО и ОЯТ на АЭС. Классификация радиоактивных отходов (РАО). Принципиальная схема обращения с РАО на АЭС. Методы снижения объемов РАО. Технологии селективной сорбции нуклидов из ЖРО. Методы переработки ТРО. Схема обращения с ОЯТ на АЭС. Выдержка, хранение и транспортирование ОЯТ. Металлобетонные контейнеры. Дезактивация оборудования.	Всего аудиторных часов	0	1	0
		Онлайн	0	0	0
14	Повышение надежности тепломеханического оборудования АЭС. Повышение эффективности работы конденсационных систем турбин. Мероприятия по совершенствованию водно-химического режима второго контура. Программа модернизация парогенераторов. Контроль состояния турбинных лопаток. Вибромониторинг роторного оборудования.	Всего аудиторных часов	0	1	0
		Онлайн	0	0	0
15	Совершенствование средств автоматизации и систем управления АЭС. Создание нового поколения систем управления и контроля. Аналоговые и цифровые технологии в АСУ ТП. СВРК-М и СЦК "Скала". Технические решения по усовершенствованию приводов СУЗ. Создание современного человеко-машинного интерфейса. Разработка полномасштабных тренажеров. Концепция кризисного центра. Сетевые технологии.	Всего аудиторных часов	0	1	0
		Онлайн	0	0	0
16	Диагностика оборудования АЭС. Неразрушающий контроль. Системы оперативной диагностики. Виброшумовая диагностика и акустический контроль. Режимная диагностика. Экспертные системы. Контроль герметичности твэл. Диагностика технического состояния арматуры. Особенности контроля и оценки состояния основного металла и сварных соединений на АЭС. Вихретоковый контроль теплообменных труб ПГ.	Всего аудиторных часов	0	1	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>9 Семестр</i>
1 - 3	Общие принципы расчета тепловых схем Общие принципы расчета тепловых схем
4 - 7	Расчет в долях расхода Расчет в долях расхода
8	Контрольная работа (тест) Контрольная работа (тест)
9 - 11	Расчет циклов паротурбинных установок, расчет КПД. Расчет циклов паротурбинных установок, расчет КПД.
12 - 13	Энергетические характеристики турбин. Энергетические характеристики турбин.
14 - 15	Особенности расчета схем с рекуперативными пароводяными теплообменными аппаратами Особенности расчета схем с рекуперативными пароводяными теплообменными аппаратами
16	Тепловая экономичность электростанций Тепловая экономичность электростанций
17	Контрольная работа (тест) Контрольная работа (тест)

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии. Изучение теоретического материала осуществляется преимущественно посредством занятий с использованием презентаций. Изложение информации осуществляется в информационно-логической форме.

При проведении практических занятий используется следующая структура занятия:

1. Постановка конечных и формулировка промежуточных целей практических занятий.
2. Разъяснение теоретических основ выполняемой работы (с тематическими презентациями) и последовательность выполнения работы.
3. Выбор и обоснование принципа решения поставленных задач и его обсуждение.
4. Практические рекомендации по выполнению работы.
5. Обсуждение материала выполняемой работы в форме «вопрос-ответ».
6. Решение задач у доски с участием студентов и преподавателя.
7. Оформление результатов решения.

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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-10	З-ПК-10	З, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15

	У-ПК-10	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-11	З-ПК-11	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-11	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-11	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-13	З-ПК-13	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-13	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-13	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9	З-ПК-9	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	3, СК-8, СК-16	КП, Э, КИ-8, 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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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 Z81 Application of Compact Heat Exchangers For Combined Cycle Driven Efficiency In Next Generation Nuclear Power Plants : A Novel Approach, Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ N91 Nuclear Power and Energy Security : , Dordrecht: Springer Netherlands,, 2010
3. ЭИ S93 Super Light Water Reactors and Super Fast Reactors : Supercritical-Pressure Light Water Cooled Reactors, Boston, MA: Springer US, 2010
4. ЭИ З-862 Атомные электростанции. Вводный курс : Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Атомные электрические станции" направления подготовки дипломированных специалистов "Техническая физика", Москва: МЭИ, 2019
5. ЭИ В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
6. ЭИ П63 Оптимизация распределения энерговыделения в активной зоне ядерного реактора : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
7. ЭИ З-43 Программно-технические комплексы АСУТП АЭС. Функциональные и структурные решения. : учеб. пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2018
8. ЭИ Н 19 Теплообменные аппараты ТЭС : Допущено Учебно-методическим объединением вузов и по образованию в области энергетики и электротехники России в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Теплоэнергетика", Москва: МЭИ, 2019
9. ЭИ Я49 Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.3 Б19 Эксплуатация АЭС Ч.1 Работа АЭС в энергосистемах. Ч.2: Обращение с радиоактивными отходами, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
2. 621.039 К89 Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии : учеб. пособие для вузов, В. М. Кузнецов, Х. Д. Чеченов, В. С. Никитин, Москва: , 2009

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

В ходе лекционных занятий необходимо уделять повышенное внимание базовым принципам, заложенным в каждую технологию и метод расчета, описанию используемого оборудования и условиям протекания процессов тепломассопереноса и проблемам эксплуатации сложного оборудования.

Каждому студенту предлагается подготовить два реферата. Ориентировочные темы первого реферата:

- Программа и стратегия развития атомной энергетики.
- Энерготехнологии нового поколения
- Основные показатели работы АЭС.
- НИОКР в области атомной энергетики.
- Основные проблемы эксплуатации АЭС.
- Продление срока эксплуатации АЭС.
- Вывод из эксплуатации АЭС.
- Обращение с РАО и ОЯТ на АЭС.
- Повышение надежности тепломеханического оборудования АЭС.
- Совершенствование средств автоматизации и систем управления АЭС.
- Диагностика оборудования АЭС.

Во втором реферате необходимо рассмотреть научно-технические проблемы эксплуатации АЭС, связанные с темой преддипломной практики.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Дополнительную информацию по программам развития ядерной энергетики и ядерного топливного цикла также можно получить из следующих интернет-ресурсов:

<http://world-nuclear.org>

<http://www.rosatom.ru>

<http://www.rosenergoatom.ru>

<http://www.armz.ru>

<http://www.tvel.ru>

<http://www.periodictable.ru>

<http://www.webelements.com>

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В ходе лекционных занятий необходимо уделять повышенное внимание базовым принципам, заложенным в каждую технологию и метод расчета, описанию используемого оборудования и условиям протекания процессов тепломассопереноса и проблемам эксплуатации сложного оборудования.

Каждому студенту предлагается подготовить два реферата. Ориентировочные темы первого реферата:

- Программа и стратегия развития атомной энергетики.
- Энерготехнологии нового поколения
- Основные показатели работы АЭС.
- НИОКР в области атомной энергетики.
- Основные проблемы эксплуатации АЭС.
- Продление срока эксплуатации АЭС.
- Вывод из эксплуатации АЭС.
- Обращение с РАО и ОЯТ на АЭС.
- Повышение надежности тепломеханического оборудования АЭС.
- Совершенствование средств автоматизации и систем управления АЭС.
- Диагностика оборудования АЭС.

Во втором реферате необходимо рассмотреть научно-технические проблемы эксплуатации АЭС, связанные с темой преддипломной практики.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Дополнительную информацию по программам развития ядерной энергетики и ядерного топливного цикла также можно получить из следующих интернет-ресурсов:

<http://world-nuclear.org>

<http://www.rosatom.ru>

<http://www.rosenergoatom.ru>

<http://www.armz.ru>

<http://www.tvel.ru>

<http://www.periodictable.ru>

<http://www.webelements.com>

Автор(ы):

Харитонов Владимир Степанович, к.т.н., с.н.с.

Рецензент(ы):

Проф. Деев В.И.

