

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АЭС: ТИПЫ И ВЫБОР ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 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
5	2	72	16	16	0		40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина посвящена знакомству с принципами преобразования энергии на атомных электростанциях. В рамках курса студенты знакомятся с классификацией ядерных установок, изучают основное энергооборудование АЭС, а также термодинамические процессы в турбинных циклах.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Изучение основ преобразования энергии на атомных электростанциях.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение базовых термодинамических циклов;
- знакомство с основным теплотехническим оборудованием АЭС;
- освоение методов расчета эффективности преобразования энергии на АЭС.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная учебная дисциплина являются: «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Начала анализа», «Общая физика», «Математический анализ».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Основы инженерных расчетов и проектирование ЯЭУ».

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] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 [1] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	З-УК-3 [1] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии

	У-УК-3 [1] – 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] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-6 [1] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	З-УК-6 [1] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1] – 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 (B21)

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>5 Семестр</i>						
1	Преобразование энергии на АЭС. Типы и классификация ЯЭУ.	1-8	8/8/0		25	БДЗ-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	Основное оборудование АЭС. Расчет КПД турбинных циклов АЭС.	9-16	8/8/0		25	БДЗ-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 5 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	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
-------------	---------------------

БДЗ	Большое домашнее задание
3	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Преобразование энергии на АЭС. Типы и классификация ЯЭУ.	8	8	0
1	Принципы преобразования энергии в АЭС. Роль и место атомной энергетики в современном мире. Прогнозы развития мирового и отечественного ТЭК. Сравнение ключевых показателей различных источников энергии. Принципы выработки электроэнергии на АЭС. Основы ядерных реакций, протекающих в активной зоне. Преобразование энергии в ядерном реакторе.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Топливные циклы в атомной энергетике. Добыча и способы обогащения урана. Открытый и замкнутый ядерный топливный цикл. Их особенности и проблемы. Обращение и переработка облученного ядерного топлива.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Типы и классификация ЯЭУ. Классификация и особенности различных типов ЯЭУ. Обзор ядерных реакторов различных типов на примере конкретных современных моделей.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Базы данных атомной энергетики. Знакомство с существующими базами данных атомной энергетики. Базы данных PRIS, ARIS, INIS и др. Их назначение и функционал.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Основы технической термодинамики. Основные законы и уравнения термодинамики. Начала термодинамики. Свойства веществ. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Энтальпия и энтропия вещества. Фазовые переходы. Базы данных теплофизических и термодинамических свойств веществ. База данных NIST, WaterSteamPro и др. Их назначение и функционал. Выдача задания для БДЗ «Расчет КПД термодинамического цикла»	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Циклы паровых турбин. Основные циклы паровых турбин. Принципы преобразования энергии в этих циклах. Особенности и недостатки циклов. Основные элементы оборудования, реализующих паровые циклы. Регенерация тепла. Расчет термического КПД парового цикла.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Циклы газовых турбин. Основные циклы газовых турбин. Принципы преобразования энергии в этих циклах. Особенности и	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		

	недостатки циклов. Основные элементы оборудования, реализующих газовые циклы. Расчет термического КПД газового цикла.	0	0	0
9-16	Основное оборудование АЭС. Расчет КПД турбинных циклов АЭС.	8	8	0
9	Тепловые схемы АЭС. Тепловые схемы реакторов различных типов. Упрощенные и полные тепловые схемы. Обзор теплового оборудования АЭС. Выдача БДЗ «Расчет КПД брутто турбинного цикла АЭС»	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	Расчет КПД брутто и нетто циклов АЭС. Основные турбинные циклы, реализуемые на АЭС. Их обзор и анализ. Методы расчета КПД брутто и нетто циклов АЭС.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Расчет регенеративных отборов из турбины. Назначение и принципы регенеративных отборов на АЭС. Способы реализации отборов и используемое оборудование. Расчет регенеративных отборов в турбинных циклах АЭС.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Основное оборудование АЭС. Парогенераторы водо-водяных реакторов. Конструктивные схемы парогенераторов водо-водяных реакторов. Парогенераторы корпусных реакторов с водой под давлением. Генерация пара в кипящих водяных реакторах. Базовые принципы расчета и проектирования парогенераторов. Системы безопасности парогенераторов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Основное оборудование АЭС. Парогенераторы быстрых реакторов. Парогенераторы быстрых натриевых реакторов. Парогенераторы других жидкометаллических реакторов. Базовые принципы расчета и проектирования парогенераторов. Системы безопасности парогенераторов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Основное оборудование АЭС. Деаэраторы и другое энергетическое оборудование. Назначение, устройство и принцип работы деаэраторов. Особенности конструкции, основные технические характеристики. Обзор другого энергетического оборудования.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Основное оборудование АЭС. Паровые турбины. Назначение, устройство и принцип работы паровых турбин. Особенности конструкции. Способы выбора требуемой для АЭС турбины. Основные технические характеристики турбин. Системы безопасности паровых турбин.	Всего аудиторных часов		
		1	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>5 Семестр</i>
1	Принципы преобразования энергии в АЭС. Принципы преобразования энергии в АЭС.
2	Топливные циклы в атомной энергетике. Топливные циклы в атомной энергетике.
3	Типы и классификация ЯЭУ. Типы и классификация ЯЭУ.
4	Базы данных атомной энергетике. Базы данных атомной энергетике.
5 - 6	Основы технической термодинамики. Основы технической термодинамики.
7	Циклы паровых турбин. Циклы паровых турбин.
8	Циклы газовых турбин. Циклы газовых турбин.
9	Тепловые схемы АЭС. Тепловые схемы АЭС.
10 - 11	Расчет КПД брутто и нетто циклов АЭС. Расчет КПД брутто и нетто циклов АЭС.
12	Расчет регенеративных отборов из турбины. Расчет регенеративных отборов из турбины
13	Основное оборудование АЭС. Парогенераторы водо-водяных реакторов. Основное оборудование АЭС. Парогенераторы водо-водяных реакторов.
14	Основное оборудование АЭС. Парогенераторы быстрых реакторов. Основное оборудование АЭС. Парогенераторы быстрых реакторов.
15	Основное оборудование АЭС. Деаэраторы и другое энергетическое оборудование. Основное оборудование АЭС. Деаэраторы и другое энергетическое оборудование.
16	Основное оборудование АЭС. Паровые турбины. Основное оборудование АЭС. Паровые турбины.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков 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	З, БДЗ-8, БДЗ-16
	У-УК-1	З, БДЗ-8, БДЗ-16
	В-УК-1	З, БДЗ-8, БДЗ-16
УК-3	З-УК-3	З, БДЗ-8, БДЗ-16
	У-УК-3	З, БДЗ-8, БДЗ-16
	В-УК-3	З, БДЗ-8, БДЗ-16
УК-6	З-УК-6	З, БДЗ-8, БДЗ-16
	У-УК-6	З, БДЗ-8, БДЗ-16
	В-УК-6	З, БДЗ-8, БДЗ-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. ЭИ Z81 Application of Compact Heat Exchangers For Combined Cycle Driven Efficiency In Next Generation Nuclear Power Plants : A Novel Approach, Zohuri, Bahman. , 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, Oka, Yoshiaki. [и др.], Boston, MA: Springer US, 2010
4. 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
5. 621.039 К89 Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии : учеб. пособие для вузов, Кузнецов В.М., Чеченов Х.Д., Никитин В.С., Москва: , 2009
6. ЭИ Я49 Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие для вузов, Пинчук М.Э., Якубенко И.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П63 Оптимизация распределения энерговыделения в активной зоне ядерного реактора : учебное пособие для вузов, Якунин И.С., Постников В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 621.3 Б19 Эксплуатация АЭС Ч.1 Работа АЭС в энергосистемах. Ч.2: Обращение с радиоактивными отходами, Баклушин Р.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Дисциплина реализуется посредством чтения лекций, а также самостоятельной работы обучающихся. На лекционных занятиях студентам рекомендуется конспектировать материал, являющийся обобщением наиболее важной информации из различных источников, и представляющий критическую важность в усвоении и понимании материала курса. В рамках курса студентам предлагается выполнить два больших домашних задания, основанных на изученном на лекциях материале. При выполнении БДЗ студентам настоятельно рекомендуется обращаться к литературным источникам, указанным в программе курса. Уровень развития компетенций в результате освоения дисциплины оценивается по результатам защиты БДЗ, а также сдачи зачета в устной форме.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины.

Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенций.

Структура содержания лекций предусматривает введение, основную часть и заключение. Во введении раскрывается роль, значимость, состояние развития дисциплины для отрасли науки, техники, технологий. В заключении освещаются с достаточной полнотой основные направления развития содержания дисциплины.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к семинарам, практическим занятиям, коллоквиуму и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине. В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. В начале каждого лекционного занятия отводится время на повторение основных моментов предыдущей лекции и ответов на вопросы, возникшие в результате самостоятельной проработки лекционного материала. В конце каждой лекции также отводится дополнительное время для ответа на вопросы, возникающие у студентов в процессе прослушивания лекции. Данная стратегия ведения лекций позволяет устранить пробелы в понимании, возникающие на разных этапах восприятия лекционного материала. Для более глубокого понимания теории в конце каждой лекции студентам предлагаются ссылки на литературу или электронные ресурсы, дающие более детальное описание рассматриваемых проблем. Критериями оценки результатов работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- правильность и чёткость постановки вопроса.

Степень усвоения теоретических знаний, полученных на лекциях, проверяется в конце семестра на зачете.

Автор(ы):

Делов Максим Игоревич

Стручалин Павел Геннадьевич

Рецензент(ы):

В.С. Харитонов, К.В. Куценко