

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Перспективные методы получения и преобразования энергии

название дисциплины

для направления подготовки

14.03.02 Ядерные физика и технологии

код и направления подготовки

образовательная программа

Инновационные ядерные технологии

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- последовательное изложение совокупности физико-технических вопросов протекания, расчетной и экспериментальной оптимизации характеристик рабочего процесса прямого преобразования ядерной энергии в электрическую;
- основ проведения проектных исследований и разработок электрогенерирующих систем и реакторных блоков, определяющих достижение проектных характеристик специальных ядерных энергетических установок (ЯЭУ) прямого преобразования энергии в различных средах: космос, земля, воздушная атмосфера, морская вода.

Задачи дисциплины:

- обзор методов прямого преобразования и различных типов преобразователей и специальных ЯЭУ;
- физико-технические основы расчетного и экспериментального обоснования электрогенерирующих систем термоэмиссионного и термоэлектрического преобразования;
- основные методы исследования, технику измерений и испытаний электродных и конструкционных материалов;
- анализ возможных причин деградации характеристик электрогенерирующих систем ЯЭУ прямого преобразования;
- анализ различных проектов создания ЯЭУ прямого преобразования, актуальных и востребованных в ряде прикладных задач в краткосрочной перспективе.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Общая физика.
- Конструкции ядерных реакторов.
- Физическая теория ядерных реакторов.
- Физика плазмы.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Производственная практика: научно-исследовательская работа.
- Производственная практика: преддипломная практика.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-5	Способен проводить	З-ПК-5 Знать: методы анализа для

	предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов	технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов. У-ПК-5 Уметь: проводить предварительные технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов. В-ПК-5 Владеть: методами проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов.
--	---	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное воспитание	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 научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Формирование ответственности за профессиональный выбор,	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для

	<p>профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)</p>	<p>формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин, профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и</p>

		<p>практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	<p>Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождения практик и подготовку ВКР.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	<p>Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления,</p>

		<p>стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Формирование культуры информационной безопасности (В23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уровне пользователям.
Профессиональное воспитание	Формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (В24)	<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.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная</p>

		и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» 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 переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
Профессиональное воспитание	Формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25)	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. 4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» 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 переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
Профессиональное воспитание	Формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей	1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности,

	<p>среды для будущих поколений (B26)</p>	<p>а также соблюдение государственных и коммерческих тайн.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» 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 переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>
--	---	--

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы по семестрам:		
	№ 7	№ 8	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем			
Аудиторные занятия (всего)	48	50	98
В том числе:			
<i>лекции</i>	32	20	52
<i>практические занятия</i>	16	20	36
<i>лабораторные занятия</i>	-	10	10
Промежуточная аттестация			
В том числе:			
<i>зачет</i>	+	-	+
<i>зачет с оценкой</i>	-	-	
<i>экзамен</i>	-	54	54
Самостоятельная работа обучающихся	24	40	64
Всего (часы):	72	144	216
Всего (зачетные единицы):	2	4	6

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-16	1. Физико-технические основы термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии	6	6	-	-	15
1-2	1.1. Введение. Основы термоэлектрического и фотоэлектрического преобразования энергии и специальных энергетических установок	4	3			2
3-6	1.2. Физико-технические основы термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии	8	4			8
7-12	1.3. Основы физики и технологии термоэмиссионных преобразователей энергии (ТЭП) и электрогенерирующих каналов (ЭГК), специальных энергетических установок на их основе	12	4			8
13-16	1.4. Влияние рабочих условий термоэмиссионного преобразования энергии на эмиссионно-адсорбционные свойства элетродных материалов и выходные электрические характеристики ТЭП	8	5			6
	Итого за 7 семестр:	32	16			24
1-6	2. Основы методов расчета ТЭП и ЭГК					
1-4	2.1. Основы инженерного и численного методов расчета нейтронно-физических характеристик термоэмиссионного реактора-преобразователя, электрических и тепловых характеристик термоэмиссионных преобразователей и электрогенерирующих каналов	12	8	6		12
5	2.2. Методы исследования,	4	8	4		12

	техника измерений и испытаний характеристик электродных и конструкционных материалов термоэмиссионных электрогенерирующих систем					
6	2.3. Основные направления исследований и разработок термоэмиссионных электрогенерирующих систем и установок нового поколения высокой эффективности	4	4	-		16
	Итого за 8 семестр:	20	20	10		40
	Всего:	42	36	10		64

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-16	1. Физико-технические основы термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии	
1-2	1.1. Введение. Основы термоэлектрического и фотоэлектрического преобразования энергии и специальных энергетических установок	Краткий обзор методов прямого преобразования энергии, видов специальных ЯЭУ и основных практических задач, решаемых с помощью специальных ЯЭУ.
3-6	1.2. Физико-технические основы термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии	Основные сведения об основах физики и техники термоэлектрических устройств и методах расчетного анализа электрофизических характеристик преобразователей; свойствах электродных и конструкционных материалов.
7-12	1.3. Основы физики и технологии термоэмиссионных преобразователей энергии (ТЭП) и электрогенерирующих каналов (ЭГК), специальных энергетических установок на их основе	Основные сведения о режимах работы термоэмиссионных преобразователей, свойствах электродных материалов электрогенерирующих каналов (ЭГК) различного назначения. Методы подготовки электродных и конструкционных материалов, узлов и систем с термоэмиссионными преобразователями для исследований и испытаний
13-16	1.4. Влияние рабочих условий термоэмиссионного преобразования энергии на эмиссионно-адсорбционные свойства электродных материалов и выходные электрические характеристики ТЭП	Вольтамперная характеристика (ВАХ) цезиевого дугового ТЭП, влияние давления цезия, температуры электродов и величины межэлектродного зазора. Влияние газообразных и твердых примесей на эмиссионные свойства электродов, деградационные процессы изменения эмиссионных свойств и выходных электрических характеристик ТЭП.
1-6	2. Основы методов расчета ТЭП и ЭГК	

1-4	2.1. Основы инженерного и численного методов расчета нейтронно-физических характеристик термоэмиссионного реактора-преобразователя, электрических и тепловых характеристик термоэмиссионных преобразователей и электрогенерирующих каналов	Основные сведения о базах экспериментальных данных вольтамперных характеристик ТЭП, об инженерной методике расчета ВАХ ТЭП и численных методах электротеплофизической расчетной оптимизации характеристик ЭГК, методах расчетной оптимизации массогабаритных характеристик реакторных блоков различного назначения.
5	2.2. Методы исследования, техника измерений и испытаний характеристик электродных и конструкционных материалов термоэмиссионных электрогенерирующих систем	Изучение основных методов и аппаратуры проведения исследований и испытаний ТЭП и электрогенерирующих систем прямого преобразования. Испытание электродных материалов в составе ТЭП и ЭГК на электрофизических стендах с электронагревом, в активной зоне ядерного реактора в составе петлевых каналов, в составе наземных прототипов термоэмиссионных ЯЭУ.
6	2.3. Основные направления исследований и разработок термоэмиссионных электрогенерирующих систем и установок нового поколения высокой эффективности	Основные сведения об увеличении к.п.д. и ресурса термоэмиссионных ЯЭУ путем использования эффективных электродных пар материалов, размещения ЭГК вне активной зоны, новых концепциях создания энергетических установок различного назначения. Термоэмиссионные преобразователи в газопламенной энергетике в составе систем «ТЭП-горелка», «ТЭП-когенерационная ЭУ», «ТЭП-надстройка к ТЭЦ», «ТЭП-выпрямитель». Ридберговское вещество в ТЭП нового поколения. Наземные и морские термоэмиссионные ЯЭУ.

Практические/семинарские занятия

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-16	1. Физико-технические основы термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии	
1-2	1.1. Введение. Основы термоэлектрического и фотоэлектрического преобразования энергии и специальных энергетических установок	Основные сведения об основах физики и техники термоэлектрических устройств и методах расчетного анализа электрофизических характеристик преобразователей; свойствах электродных и конструкционных материалов; основные соотношения для термоэлектрической батареи
3-6	1.2. Физико-технические основы термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии	Основные сведения о космической ЯЭУ «БУК», ТЭГ и технических характеристиках установки
7-12	1.3. Основы физики и технологии термоэмиссионных преобразователей энергии (ТЭП) и электрогенерирующих каналов (ЭГК), специальных энергетических установок на их основе	Основные сведения о космической ЯЭУ «ТОПАЗ», ЭГК и технических характеристиках установки.
13-16	1.4. Влияние рабочих условий	Требования, особенности эмиссионных

	термоэмиссионного преобразования энергии на эмиссионно-адсорбционные свойства электродных материалов и выходные электрические характеристики ТЭП	характеристик и технологии изготовления эмиттерных материалов ТЭП (ЭГК).
1-6	2. Основы методов расчета ТЭП и ЭГК	
1-4	2.1. Основы инженерного и численного методов расчета нейтронно-физических характеристик термоэмиссионного реактора-преобразователя, электрических и тепловых характеристик термоэмиссионных преобразователей и электрогенерирующих каналов	Требования, особенности эмиссионно-адсорбционных характеристик и технологии изготовления коллекторных материалов ТЭП (ЭГК).
5	2.2. Методы исследования, техника измерений и испытаний характеристик электродных и конструкционных материалов термоэмиссионных электрогенерирующих систем	Основы инженерной методики расчета характеристик однородного ТЭП.
6	2.3. Основные направления исследований и разработок термоэмиссионных электрогенерирующих систем и установок нового поколения высокой эффективности	Основы численных методов расчета термоэмиссионного ЭГК.

Лабораторные работы

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-6	2. Основы методов расчета ТЭП и ЭГК	
1-4	2.1. Основы инженерного и численного методов расчета нейтронно-физических характеристик термоэмиссионного реактора-преобразователя, электрических и тепловых характеристик термоэмиссионных преобразователей и электрогенерирующих каналов	Классификация характерных точек ВАХ.
5	2.2. Методы исследования, техника измерений и испытаний характеристик электродных и конструкционных материалов термоэмиссионных электрогенерирующих систем	Исследование зависимости работы выхода эмиттера и коллектора от параметра Рейзора (Т/Тез). Определение эффективности ТЭП по барьерному индексу.
6	2.3. Основные направления исследований и разработок термоэмиссионных электрогенерирующих систем и установок нового поколения высокой эффективности	Коэффициент полезного действия термоэмиссионного преобразователя.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Перспективные методы получения и преобразования энергии», утверждено на заседании отделения ЯФиТ (протокол № 1 от «30» августа 2023 г.).
2. Ярыгин В.И. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии. Часть 1 - Введение в специальность. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.-2006, 104 с.
3. Ярыгин В.И. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии. Часть 2 - Методы исследования, техника измерений и испытаний электродных материалов. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2006, 64 с.
4. Мелета Е.А., Ярыгин В.И., Ионкин В.И. Обзор прошлых и настоящих разработок в области термоэлектрических генераторов. Часть 1 - Основы физики и техники термоэлектрических устройств для преобразования тепловой энергии в электрическую. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2007, 104 с.
5. Ионкин В.И., Ярыгин В.И. Роль ядерной энергетики в космических исследованиях. Опыт и достижения СССР/России. Современное состояние и перспективы развития. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, иатэ.-2007, 80 с.
6. Виноградов Е.Г., Ярыгин В.И. Методика расчета электротеплофизических характеристик термоэмиссионного электрогенерирующего канала. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.-2008, 40 с.
7. Ярыгин В.И., Лазаренко Д.Г., Фарнакеев И.В. Методики определения внутренних параметров и выходных характеристик термоэмиссионных преобразователей. Часть 1 - Расчетно-экспериментальные работы. Лабораторный практикум по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».-Обнинск, ИАТЭ.-2007, 48 с.
8. Ярыгин В.И., Лазаренко Д.Г., Виноградов Е.Г. Лабораторный практикум по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Часть 2.-Обнинск, ИАТЭ.-2007, 40 с.
9. Ружников В.А., Ярыгин В.И. Физико-технические основы энергетики на возобновляемых и нетрадиционных источниках энергии. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2010, 76 с.
10. Мелета Е.А., Ярыгин В.И., Ионкин В.И. Обзор прошлых и настоящих разработок в области термоэлектрических генераторов. Часть 2 - Термоэлектрические генераторы космического применения. - Учебное пособие. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».-Обнинск, ИАТЭ.-2009, 25 с.
11. Ярыгин В.И., Ружников В.А. Перспективы наземного использования термоэмиссионной технологии. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2012, 55 с.
12. Ярыгин В.И., Ружников В.А., Синявский В.К. Космические ядерные энергетические установки: прошлое, настоящее, будущее. Часть 1. Космические ядерные энергетические установки первого поколения. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2012, 35 с.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 7 семестр			
1.	1.1. Введение. Основы термоэлектрического и фотоэлектрического преобразования энергии и специальных энергетических установок	3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5	Т1
2.	1.2. Физико-технические основы термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии		
3.	1.3. Основы физики и технологии термоэмиссионных преобразователей энергии (ТЭП) и электрогенерирующих каналов (ЭГК), специальных энергетических установок на их основе	3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5	Т2
4	1.4. Влияние рабочих условий термоэмиссионного преобразования энергии на эмиссионно-адсорбционные свойства электродных материалов и выходные электрические характеристики ТЭП		
Промежуточная аттестация, 7 семестр			
	Зачет	3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5	Вопросы к зачету
Текущая аттестация, 8 семестр			
1.	2.1. Основы инженерного и численного методов расчета нейтронно-физических характеристик термоэмиссионного реактора-преобразователя, электрических и тепловых характеристик термоэмиссионных преобразователей и электрогенерирующих каналов	3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5	Т3
2.	2.2. Методы исследования, техника измерений и испытаний характеристик электродных и конструкционных материалов		

	термоэмиссионных электрогенерирующих систем		
3.	2.3. Основные направления исследований и разработок термоэмиссионных электрогенерирующих систем и установок нового поколения высокой эффективности		
Промежуточная аттестация, 8 семестр			
	Экзамен	З-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5	Экзаменационный билет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация в 7 семестре осуществляется два раза в семестр:
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
 - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.
- В рамках дисциплины проводится курсовое проектирование.

7 семестр

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
T1	8	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
T2	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Зачет	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

8 семестр

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	5-6	36 (60% от 30)	60
T1	5	18	30
T2	6	18	30
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Экзамен	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе

			материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, 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		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. В.Е. Фортов, О.С. Попель. Энергетика в современном мире. - Изд.дом ИНТЕЛЛЕКТ. - 2011г.,168с.
2. А.В. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. - Изд.дом ИНТЕЛЛЕКТ.2012г., 2010г., 704с.
3. Б. Соренсон. Преобразование, передача и аккумулирование энергии. Изд.дом ИНТЕЛЛЕКТ.2012г., 296с.
4. Ярыгин В.И. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии. Часть 1 - Введение в специальность. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.-2006, 104 с.
5. Ярыгин В.И., Ружников В.А., Синяевский В.С. Космические и наземные ядерные установки прямого преобразования энергии.-М., НИЯУ МИФИ.-М. 2016.-364 С.
6. Справочник по свойствам материалов для перспективных реакторных технологий. В 6 томах (под ред. В.М. Поплавского).-М., ИздАТ.-2014 .
7. Ярыгин В.И. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии. Часть 2 - Методы исследования, техника измерений и испытаний электродных материалов. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2006, 64 с.
8. Мелета Е.А., Ярыгин В.И., Ионкин В.И. Обзор прошлых и настоящих разработок в области термоэлектрических генераторов. Часть 1 - Основы физики и техники термоэлектрических

- устройств для преобразования тепловой энергии в электрическую. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2007, 104 с.
9. Ионкин В.И., Ярыгин В.И. Роль ядерной энергетики в космических исследованиях. Опыт и достижения СССР/России. Современное состояние и перспективы развития. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.-2007, 80 с.
10. Виноградов Е.Г., Ярыгин В.И. Методика расчета электротеплофизических характеристик термоэмиссионного электрогенерирующего канала. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.-2008, 40 с.
11. Ярыгин В.И., Лазаренко Д.Г., Фарнакеев И.В. Методики определения внутренних параметров и выходных характеристик термоэмиссионных преобразователей. Часть 1 - Расчетно-экспериментальные работы. Лабораторный практикум по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».-Обнинск, ИАТЭ.-2007, 48 с.
12. Ярыгин В.И., Лазаренко Д.Г., Виноградов Е.Г. Лабораторный практикум по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Часть 2.- Обнинск, ИАТЭ.-2007, 40 с.
13. Ружников В.А., Ярыгин В.И. Физико-технические основы энергетики на возобновляемых и нетрадиционных источниках энергии. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2010, 76 с.
14. Мелета Е.А., Ярыгин В.И., Ионкин В.И. Обзор прошлых и настоящих разработок в области термоэлектрических генераторов. Часть 2 - Термоэлектрические генераторы космического применения. - Учебное пособие. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».-Обнинск, ИАТЭ.-2009, 25 с.
15. Ярыгин В.И., Ружников В.А. Перспективы наземного использования термоэмиссионной технологии. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2012, 55 с.
16. Ярыгин В.И., Ружников В.А., Синявский В.К. Космические ядерные энергетические установки: прошлое, настоящее, будущее. Часть 1. Космические ядерные энергетические установки первого поколения. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии».- Обнинск, ИАТЭ.- 2012, 35 с.
17. Мартюшев, Д. А. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Д. А. Мартюшев, П. Ю. Илюшин. — Пермь : ПНИПУ, 2015. — 136 с. — ISBN 978-5-398-01455-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160508>.

б) дополнительная учебная литература:

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник. Киев, изд-во «Наукова думка», 1979, 768 с.
2. Термоэмиссионные преобразователи и низкотемпературная плазма. Под редакцией Б.Я. Мойжеса и Г.Е. Пикуса. М., изд-во «Наука», 1973, 480 с.
3. Синявский В.В. Методы и средства экспериментальных исследований и реакторных испытаний термоэмиссионных электрогенерирующих сборок. Энергоатомиздат, М., 2000, 375 с.
4. Технология термоэмиссионных преобразователей. Справочник. Под редакцией Рябикова С.В., М., Атомиздат, 1974, 232 с.
5. Черепин В.Т., Васильев М.А. Методы и приборы для анализа поверхности металлов. Справочник. Киев, изд-во «Наукова думка», 1982, 400 с.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru> (Дата обращения: 02.03.2023).

2. Электронно-библиотечная система издательство "Лань": [Электронный ресурс] URL: www.e.lanbook.com (Дата обращения: 02.03.2023).
3. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ": [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 02.03.2023).
4. E-learning for Nuclear Newcomers [Электронный ресурс] URL: <https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/e-learning-for-nuclear-newcomers> (Дата обращения: 02.03.2023).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p>Лекции являются основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных материалов. В тетради для конспектирования лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись.</p> <p>При изучении дисциплины следует помнить, что лекционные занятия являются направляющими в большом объеме научного материала. Большую часть знаний студент должен набирать самостоятельно из учебников и научной литературы. На мультимедийных лекциях не надо стремиться сразу переписывать всё содержимое слайдов. Необходимо научиться сопоставлять устное повествование преподавателя с наглядным представлением, после чего следует законспектировать важные факты в рабочей тетради. Тем более, не стоит полностью переписывать таблицы, перерисовывать схемы и графики мультимедийных лекций. Лучше всего, если вы пометите в конспекте лекций два противоположных или взаимодополняющих примера.</p> <p>Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекций, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.</p> <p>Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к лабораторным занятиям, экзамену, при выполнении самостоятельных заданий.</p>
Практические занятия / лабораторные работы	<p>При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с литературой, рекомендованной преподавателем, и конспектом лекций. Необходимо разобраться в основных понятиях.</p> <p>При выполнении лабораторных работ используется следующая литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Ионкин В.И., Ярыгин В.И. Роль ядерной энергетики в космических исследованиях. Опыт и достижения СССР/России. Современное состояние и перспективы развития. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». ИАТЭ, Обнинск, 2007, 80 с. 2. Виноградов Е.Г., Ярыгин В.И. Методика расчета электротеплофизических характеристик термоэмиссионного электрогенерирующего канала. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии», ИАТЭ, Обнинск, 2008, 40 с. 3. Ярыгин В.И., Лазаренко Д.Г., Фарнакеев И.В. Методики определения

	<p>внутренних параметров и выходных характеристик термоэмиссионных преобразователей. Часть 1 - Расчетно-экспериментальные работы. Лабораторный практикум по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». ИАТЭ, Обнинск, 2007, 48 с.</p> <p>При защите лабораторной работы оценивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> • полнота ответов на вопросы при защите лабораторных работ; • уровень понимания основных терминов; • умение пояснить связь между различными физическими величинами; • оформление лабораторных журналов (наличие всех необходимых расчетов и графиков); • отсутствие грубых погрешностей при измерениях и расчетах).
Самостоятельная работа	<p>Согласно учебному плану дисциплины «ПМППЭ» ряд вопросов общей программы вынесен для самостоятельной проработки с последующей проверкой полученных знаний и их закрепления на практических занятиях.</p> <p>Самостоятельная работа включает изучение литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям и экзамену.</p>
Подготовка к зачету/экзамену	<p>При подготовке к зачету/экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. Подготовку к зачету/экзамену необходимо начинать заранее. Следует проанализировать научный и методический материал учебников, учебно-методических пособий, конспекты лекций. Знать формулировки терминов и уметь их чётко воспроизводить. Ответы на вопросы из примерного перечня вопросов для подготовки к зачету/экзамену лучше обдумать заранее. Ответы построить в чёткой и лаконичной форме.</p>

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- Интерактивное общение с помощью программы skype;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- ScientificView.
- SciLab.
- OpenOffice.
- Прог.-лаб. комплекс «ППЭ».

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
- 2) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 3) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, <https://.book.ru>;
- 4) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary), <https://elibrary.ru>;
- 5) Базовая версия ЭБС IPRbooks, <https://.iprbooks.ru>;
- 6) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» <https://.studentlibrary.ru>;
- 7) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru», <https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>;
- 8) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <https://urait.ru/>.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Используемые при изучении дисциплины специализированные лаборатории и кабинеты с оборудованием, компьютерные классы, лекционные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием и т.п., имеющиеся в ИАТЭ НИЯУ МИФИ:

Лаборатория прямых методов преобразования ядерной энергии

Компьютеризованное рабочее место – 10 шт.

Программные лабораторные комплексы.

Принтер -1.

Сканер -1.

Мультимедиапроектор – 1.

Установка по генерации газовой-пылевой плазмы -1.

Используется следующее оборудование учебно-научной лаборатории «Методы и системы прямого преобразования различных видов энергии» ГНЦ РФ-ФЭИ – ИАТЭ:

1. Электрофизический стенд УСУ-3 для исследования свойств поверхности.
2. Электрофизический стенд УМИ-ТЭП для исследований и испытаний термоэмиссионных преобразователей.
3. Экспериментальная база данных «БД ВАХ».

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для достижения планируемых результатов при изучении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии:
 - использование Интернет-ресурсов и ресурсов электронных библиотек.
2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии:
 - проблемные лекции и семинары;
 - «работа в команде» - совместная деятельность под руководством лидера, направленная на решение общей поставленной задачи;
 - «междисциплинарное обучение» - использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи
3. Личностно-ориентированные технологии обучения:
 - консультации;
 - «индивидуальное обучение» - выстраивание для студента собственной образовательной траектории с учетом интереса и предпочтения студента.

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Основы физики и технологии термоэмиссионных преобразователей энергии (ТЭП) и электрогенерирующих каналов (ЭГК), специальных энергетических установок на их основе	лекция	8	Проблемная лекция
2.	Влияние рабочих условий термоэмиссионного преобразования энергии на эмиссионно-адсорбционные свойства элетродных материалов и выходные электрические характеристики ТЭП	лекция	4	Проблемная лекция

3.	Физико-технические основы термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии	практические занятия	4	Групповое обсуждение
4.	Основы инженерного и численного методов расчета нейтронно-физических характеристик термоэмиссионного реактора-преобразователя, электрических и тепловых характеристик термоэмиссионных преобразователей и электрогенерирующих каналов	практические занятия	4	Групповое обсуждение
5.	Методы исследования, техника измерений и испытаний характеристик электродных и конструкционных материалов термоэмиссионных электрогенерирующих систем	практические занятия	2	Групповое обсуждение

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

**Темы для самостоятельного изучения
(ПМППЭ, 7-ой семестр)**

1. Теорема и цикл Карно, физический смысл, доказательство теоремы, применение.
2. Физические основы термоэлектрического преобразования энергии и основные соотношения для ТБ.
3. Физико-технические основы термофотоэлектричества, применение.
4. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии и основные соотношения для ТЭП.
5. Классификация ТЭП по составу межэлектродной среды. Основные соотношения и особенности.
6. Основные уравнения термоэлектронной эмиссии. Физический смысл и строгий вывод уравнения.
7. Обобщенная ВАХ цезиевого дугового режима. Физический смысл характерных точек на ВАХ.
8. Барьерный индекс. Физический смысл и основные соотношения.
9. Классификация основных режимов работы ТЭП. Особенности характеристик и перспективы использования в прикладных задачах.

10. Коэффициент полезного действия ТЭП и ЭГК. Физический смысл и основные соотношения.
11. Роль цезиевой межэлектродной среды в ТЭП. О противоречивой роли цезия в дуговых режимах.
12. Физическая модель адсорбции цезия на электродах ТЭП. Основные соотношения.
13. Эмиттерные материалы ТЭП (ЭГК). Основные требования, особенности эмиссионных характеристик и технологии изготовления.
14. Коллекторные материалы ТЭП (ЭГК). Основные требования, особенности эмиссионно-адсорбционных характеристик и технологии изготовления.
15. Влияние газообразных продуктов деления (инертных и др. газов) и водорода на характеристики ТЭП.
16. Инженерная методика SET расчета характеристик однородного ТЭП.
17. Численный метод расчета термоэмиссионного ЭГК. Пример расчета ВАХ и к.п.д.

(ПМППЭ, 8-ой семестр)

1. Космическая ЯЭУ "БУК". Физико-технические особенности, достоинства, недостатки.
2. Космическая ЯЭУ "ТОПАЗ". Физико-технические особенности, достоинства, недостатки.
3. Наземный прототип КЯЭУ "ЕНИСЕЙ". Физико-технические особенности, достоинства, недостатки.
4. Космические ЯЭУ 2-го поколения. Задачи, проблемы, перспективы использования.
5. Космические ЯЭУ с машинным преобразованием энергии. Проблемы состояния НИОКР, перспективы использования.
6. Напланетные ЯЭУ. Возможности использования в лунной и марсианских миссиях.
7. Термоэмиссионная ЯЭУ "АКАЦИЯ" в космическом буксире "ГЕКУЛЕС". Физико-технические особенности, перспективы использования.
8. Возможности коммерциализации технологий прямого преобразования тепловой энергии в электрическую в современной экономике России. Термоэмиссия и термоэлектричество с ядерным, солнечным и газопламенным нагревом.
9. Радионуклидные источники тепла и прямое преобразование в текущих и перспективных проектах создания энергоустановок космического назначения.
10. Коммерциализация технологий прямого преобразования в перспективных задачах освоения Космоса.
11. Анализ состояния НИОКР в области космических ЯЭУ и ЭУ за рубежом. Состояние, перспективы.
12. Термоэмиссионный ЭГК для космических ЯЭУ 2-го поколения. Проблемы, перспективы.
13. Высокотемпературные реакторные технологии в современной экономике

14.3. Краткий терминологический словарь

Преобразование энергии, прямое преобразование энергии, термоэмиссия, явление Зеебека, термоэмиссионный метод преобразования энергии, вакуумная работа выхода электронов металлов, термоэлектрический преобразователь (ТЭП), вольт-амперная характеристика (ВАХ), закон Ричардсона-Дешмана, барьерный индекс ТЭП, электрогенерирующий канал (ЭГК), коэффициент полезного действия ТЭП и ЭГК, обобщенная ВАХ цезиевого дугового режима, эмиттерные материалы ТЭП (ЭГК), коллекторные материалы ТЭП (ЭГК), космическая ЯЭУ "БУК", космическая ЯЭУ "ТОПАЗ", космические ЯЭУ с машинным преобразованием энергии.

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014

г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний, обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде

собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

Г.Э. Лазаренко, к.ф.-м.н., доцент отд. ЯФиТ

Рецензент:

В.Л. Шаблов, д.ф.-м.н., профессор отд. ЯФиТ