



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

В.А. Дыганов

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М.1.В.4 «ФИЗИКА ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ФГОС ВПО)

Направление подготовки

223200.68 «Техническая физика»

(указывается код и наименование)

Профиль подготовки

«Теплофизика»

Квалификация (степень) выпускника

магистр

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань

2011

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина входит в программу подготовки магистров по направлению 223200.68 "Техническая физика".

Целью изучения дисциплины является изложение физических основ плазменного состояния материи, современных плазменных технологий и аппаратов на основе общеобразовательных курсов физики и математики. Необходимо научить будущих специалистов применять теорию физики плазмы к предсказанию и объяснению сложных процессов с рабочим телом в плазменном состоянии.

Знание предмета позволит будущим специалистам разрабатывать новые технологические процессы, связанные с применением плазмы; иметь представление об управляемом термоядерном синтезе; объяснить сложные процессы в околоземном пространстве; понимать процессы, происходящие в ближнем и дальнем космосе, в современной астрофизике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина относится к общенаучному циклу дисциплин при подготовке магистров по направлению 223200.68 "Техническая физика" специализированной подготовки магистра по программе «Теплофизика».

Дисциплина «Физика плазменных технологий» базируется на следующих дисциплинах: «Физика плазмы», «Теория теплофизических свойств веществ», «Математика» и «Термодинамика». Обучающиеся должны: знать физические основы молекулярной физики и квантовой химии, использовать физико-математический аппарат, применять методы математического анализа.

Знания, полученные по освоению дисциплины «Физика плазменных технологий», необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины обучающиеся должны демонстрировать следующие результаты образования:

- способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) (ПК-1);

- способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже технической физики (ПК-2);

- способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профес-

сиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях (ПК-5);

- готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов (ПК-8);

способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций (ПК-9);

- готовность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов (ПК-18);

- способность проводить учебные занятия, лабораторные работы, обеспечивать практическую и научно - исследовательскую работу обучающихся (ПК-19);

Данные компетенции формируются на основе следующих знаний и умений:

Студент, изучивший курс «Физика плазменных технологий» должен **знать:**

– основные понятия и определения физики плазмы; элементарные процессы в плазме; макроскопические параметры плазмы;

– содержание терминов: идеальная плазма, неидеальная плазма, низкотемпературная плазма, высокотемпературная плазма, плазменная частота, электронная температура, ионная температура, квазинейтральность плазмы, однозарядный и многозарядный ион, слабо ионизованная плазма, сильно ионизованная плазма, радиус Дебая, радиус ларморовский, плазмотрон;

– трактовать плазму как фазовое состояние вещества в природе;

– физические основы плазмохимических реакций и технологий;

– различать равновесную и неравновесную плазму;

– физико-математические основы гидродинамического описания потоков плазмы в каналах с электрическим током;

– явление переноса; виды электрических разрядов и их особенности, газовый разряд и плазму газового разряда;

– области применения физики плазмы: управляемый термоядерный синтез, МГД преобразование энергии и ионные двигатели, газовые лазеры т.п.;

– об аналитических и численных методах решения системы дифференциальных уравнений для равновесной и неравновесной плазмы;

понимать:

– качественную сторону эффектов и явлений, связанных с взаимодействием плазмы с магнитным и электрическим полем;

– процессы ионизации атомов; явления переноса в плазме;

- диффузионные процессы в плазме; формулу Саха; излучение плазмы;

- внутреннее трение и теплопроводность плазмы;

– процесс разогрева плазмы электрическим током;

- движение заряженной частицы в однородном магнитном поле;

- волны и колебания в плазме; вопросы устойчивости пространственно ограниченной неравновесной плазмы;
- этапы применения электродуговых плазмотронов в процессах резки и сварки металлов;
- основы технологий плазменного напыления и плазменного формообразования;
- применение электродуговых плазмотронов в металлургии и теплоэнергетических установках;

уметь:

- применять гидродинамические модели потоков термически равновесной плазмы в каналах с электрическим током к качественному анализу явлений, к количественной оценке этих факторов на картину взаимодействия;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Вид учебной работе	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			2			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	144	27	144			
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	54	27	54			
Лекции (Лк)	18	9	18			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	36	18	36			
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	90		90			
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	54		54			
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	36		36 Э			

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Лк	ПЗ	ЛР	Самост. работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Основы гидродинамического описания потоков плазмы в каналах с электрическим током	36	2		6	10	-	20	тест
2	Основы физики плазменных аппаратов	24	2		4	8	-	12	тест, доклад
3	Электроразрядных гене-	24	2		4	10	-	10	тест

	раторы термически неравновесной плазмы								
4	Основы физики плазменных технологий	24	2		4	8	-	12	тест
5	Экзамен	36			-	-	-	36	По результатам текущего контроля
	Итого:	144	-	-	18	36	-	90	-

4.3. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1

Виды электрических разрядов и их особенности.

Неравновесная плазма в канале с электрическим током. Степень ионизации в состоянии термодинамического равновесия в плазме.

Гидродинамические модели потоков неравновесной плазмы в каналах с электрическим током. Уравнение неразрывности для электронного и ионного газов.

Уравнение движения для заряженных компонентов плазмы. Закон сохранения энергии для компонентов неравновесной плазмы.

Теория Шоттки-Грановского для слабоионизированной термически неравновесной плазмы. Уравнения электромагнитного поля уравнения Максвелла.

Гидродинамические модели потоков термически равновесной плазмы в каналах с электрическим током. Уравнение неразрывности, сохранения импульса и энергии.

Основные положения теории Меккера для термически равновесной плазмы.

Раздел 2

Основы физики плазменных аппаратов и технологий. Электродуговые плазматроны постоянного тока. Схемы ЭДП и особенности дуги постоянного тока.

Электрические и тепловые характеристики ЭДП постоянного тока дуги.

Тепловые характеристики ЭДП в режиме модуляции тока дуги.

Влияние модуляции тока на параметры плазменной струи.

Характеристики плазматрона в режиме модуляции тока дуги.

Влияние модуляции тока дуги на электрические характеристики ЭДП.

Раздел 3

Электроразрядные генераторы термически неравновесной плазмы. Плазматроны тлеющего разряда. Структура и особенности тлеющего разряда постоянного тока.

Основы функционирования, характеристики и конструктивные особенности плазматронов тлеющего разряда.

Высокочастотные генераторы низкотемпературной плазмы. Индукционные плазматроны. Высокочастотные емкостные плазматроны.

Плазматроны барьерного разряда.

Раздел 4

Плазменные технологические процессы в металлообработке и машиностроении. Применение ЭДП в процессах резки и сварки металлов. Плазменно-механическая обработка металлов. Технологии плазменного напыления и плазменного формообразования о технологиях модификации поверхностных свойств материалов.

Применение ЭДП в металлургии и теплоэнергетических установках.

Физические основы плазмохимических реакций и технологий. Плазмохимическая установка. Кинетика химической активации реагентов в условиях низкотемпературной плазмы.

Плазмохимические технологические процессы и их особенности.

4. 4. Практические (семинарские) занятия

Цель практических занятий – привить студентам навыки в решении задач, в пользовании справочной и методической литературой. Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать и применять полученные результаты ; готовность осваивать и применять современные физико-математические методы для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов.

Тематика и объем задач, выносимых на практические занятия и семинары определяются кафедрой в зависимости от содержания соответствующих разделов рабочей программы и от профиля вуза. На практические занятия можно выносить разделы не рассмотренные на лекциях из-за недостатка времени. Рекомендуется использование вычислительной техники в форме занятий в дисплейном классе.

Параллельно с изучением теоретического курса студенты должны выполнять домашние задания. Сроки их выдачи и приема устанавливаются кафедрой.

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр	Номер раздела лекционно го курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Магнитная гидродинамика и неустойчивость плазмы. Явления переноса и излучения в плазме	2	1	10
2	Электрические разряды. Электрический ток в проводящих средах.	2	2	8

3	Плазменные генераторы. Диагностика плазмы.	2	3	10
4	Плазмохимические установки. Состояние плазменных технологий.	2	4	8
	Итого:			36

4.5. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

4.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часо в на раз- дел	<i>компетенции</i>								<i>количество компетенций</i>
			ПК-1	ПК-2	ПК-5	ПК-8	ПК-9	ПК-18	ПК-19		
1	Основы гидродинамического описания потоков плазмы в каналах с электрическим током			З, У	З, В	З, У	У	З	З, У		6
2	Основы физики плазменных аппаратов		З, У		З, В		У, В		З, У		4
3	Электроразрядных генераторы термически неравновесной плазмы				З, В	З, У					2
4	Основы физики плазменных технологий		З, У	З, У			У, В	З	З, У		5
Итого:		144									

Условные обозначения: З – знать, У – уметь, В – владеть.

5. Образовательные технологии

Лекционные занятия проводятся с использованием презентаций и демонстрационного материала на мультимедийной аппаратуре.

Практические занятия проводятся в формах обсуждения разбираемого материала и решения задач на расчёт соответствующих тем.

Семинарские занятия проводятся в форме докладов, подготовленных студентами, с обсуждением материала и разбором примеров соответствующих разделов программы.

Самостоятельная работа включает решение заданных задач, подготовку к тестам, очередным докладам на семинарах, подготовку к занятиям и обзор пройденного материала по контрольным вопросам.

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Основы гидродинамического описания потоков плазмы в каналах с электрическим током	ПК-2, ПК-5 ПК-8, ПК-9 ПК-18, ПК-19	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств	Тест, зачет по практической работе
2	Основы физики плазменных аппаратов	ПК-1, ПК-5 ПК-9, ПК-19	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств	Тест, зачет по практической работе
3	Электроразрядных генераторы термически неравновесной плазмы	ПК-5, ПК-8	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств	Тест, зачет по практической работе
4	Основы физики плазменных технологий	ПК-1, ПК-2 ПК-9, ПК-18 ПК-19	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств	Тест, зачет по практической работе

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для текущего контроля успеваемости используются различные виды тестов, устный опрос, презентация доклада.

Аттестация по дисциплине – экзамен.

6.1. Тематика рефератов, расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ)

Учебным планом не предусмотрено.

6.2. Примеры тестов и контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

При движении плазмы с электрическим током происходит радиальное сжатие токопроводящей области. Это явление называют пинч-эффектом. Выберите из предложенных ниже одну силу, которая ответственна за возникновение пинч-эффекта:

1. Сила гравитации
2. Электростатическая сила Кулона
3. Силы магнитного поля (сила Лоренца)
4. Сила межмолекулярного взаимодействия

6.3. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционно го курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Уравнения двухжидкостной и одножидкостной магнитной гидродинамики.	2	1	20
2	Плазменный магнитогидродинамический генератор.	2	2	6
3	Термоядерные реакции. Термоядерный реактор. Управляемый термоядерный синтез.	2	2	6
4	Плазмохимия.	2	3	10
5	Плазменный дисплей.	2	4	4
6	Плазма в космосе. Магнитосфера земли.	2	4	4
7	Разделение изотопов в плазме.	-	4	4
	Итого:			54

Примечание: Самостоятельная работа студентов проводится с целью развития у них навыков работы с учебной и научной литературой, выработки способности вести учебно-исследовательскую работу.

Используются следующие формы организации самостоятельной работы студентов:

1. Самостоятельная проработка отдельных разделов курса, не читаемых на лекциях.

2. Написание студентами рефератов по вопросам, характерным для проблем энергетики. Это могут быть вопросы, мало освещаемые или не затрагиваемые в теоретическом курсе. Такой вид работы требует

привлечения дополнительной учебной и научной литературы, список которой составляется совместно с преподавателем.

3. Выступление отдельных студентов с докладом на упомянутом выше общегородском научном семинаре по теме исследовательской работы либо по теме курсовой работы с целью получения рекомендации на публикацию.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

7.1. Орлов В.А. Плазма- четвертое состояние вещества. Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 144 с.

7.2. Франк-Коменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. Учебное пособие.- Долгопрудный: интеллект. 2008. 279 с.

б) дополнительная литература:

7.3. Сальянов Ф.А. Основы физики низкотемпературной плазмы, плазменных аппаратов и технологий. М.: Наука-Физматлит. 1997. 240 с.

7.4. Г.Ю. Даутов. Б.А. Тимеркаев. Генераторы неравновесной газоразрядной плазмы. Казань, изд. ФЭН. 1996.–134 стр.

7.5. Ф. Чен. Введение в физику плазмы. – М.: Мир. 1987.–398 стр.

7.6. Ю.П. Райзер. Физика газового разряда. М.: Наука, 1987.–592 стр.9

Ступицкий Е.Л. Динамика мощных импульсных излучений и плазменных образований. М.: Физматлит, 2006. 280 с.

7.7. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с атомарными частицами. Учебное пособие М.: МФТИ, 2005. 204 с.

7.8. Магунов А.Н. Теплообмен неравновесной плазмы с поверхностью. М.: Физматлит, 2005, 312 с.

периодические издания (журналы)

1. Журнал «Физика». Известия высших учебных заведений. Издание Томского госуниверситета.
2. Журнал «Теплофизика и Аэромеханика» Издание Сибирского отделения Российской академии наук.
3. Журнал «Теплофизика высоких температур» Издание «Наука», МАИК «Наука/Интерпериодика».

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материал к практическим занятиям в электронной форме.

Слайд-проектор, компьютерный проектор в комплекте с ноутбуком и экраном с соответствующим демонстрационным материалом.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению подготовки 223200.68 «Техническая физика» и программы подготовки «Теплофизика».

Автор : _____
подпись

д.х.н., проф. Халитов Ф.Г.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

Рецензент _____
подпись

д.ф.-м.н., проф. Якимов Н.Д.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

Программа обсуждена и одобрена на заседании методического совета кафедры

ТОТ от 23 сентября 2011 г., протокол № 25 .
название кафедры

Заведующий кафедрой ТОТ

подпись

проф. Халитов Ф.Г.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

« _____ » _____ 20__ г.

Директор ИТЭ

подпись

проф. Чичирова Н.Д.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

« _____ » _____ 20__ г.

Согласовано:

Зав. выпускающей кафедрой ТОТ

проф. Халитов Ф.Г.