

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы физических процессов в плазме и плазменных установках Б1.О.21

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Рахимов Р.Р.

Рецензент(ы): Валиев Р.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Рахимов Р.Р. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RaRRahimov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- концептуальные основы проблем экспериментальной и теоретической физики, вызывающей повышенный интерес исследователей в последние годы.
- физические основы плазменных источников;
- конструктивные особенности плазменных и лазерных источников;
- современные научные аппаратуры, методы физических исследований, проведения физического эксперимента и составления научно-технических отчётов.

Должен уметь:

- оперативно отыскивать и разбираться во вновь возникающих проблемах современной физики плазмы.
- провести физический эксперимент и составить научно-технический отчёт.
- использовать знания свойств плазмы и протекающих в ней физических процессов при разработке и проектировании оборудования и технологических процессов в области машиностроения;

Должен владеть:

- навыками научной дискуссии по фундаментальным проблемам физики
- методами постановки задачи и выбора методики проведения эксперимента различными методами;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.21 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СВОЙСТВА ПЛАЗМЫ.	4	2	0	2	8
2.	Тема 2. ПЛАЗМА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ	4	2	0	2	8
3.	Тема 3. МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПИСАНИЯ ПЛАЗМЫ	4	2	0	2	8
4.	Тема 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ В ПЛАЗМЕ. НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПЛАЗМЫ	4	2	0	2	8
5.	Тема 5. ЭЛЕКТРОННАЯ И ИОННАЯ ОПТИКА	4	2	0	2	8
6.	Тема 6. ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОННЫХ И ИОННЫХ ПУЧКОВ	4	2	0	2	8
7.	Тема 7. ЭМИССИОННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	4	2	0	2	8
8.	Тема 8. ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД	4	2	0	2	8
9.	Тема 9. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ТОКАМАКА	4	2	0	2	8
	Итого		18	0	18	72

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СВОЙСТВА ПЛАЗМЫ.

Образование плазмы, ее основные свойства. Дебаевский радиус, дебаевский. слой. Идеальность плазмы. Элементарные процессы в плазме. Упругие соударения. Неупругие процессы. Равновесия в плазме. Неравновесность плазменных систем. Процессы релаксации в плазме. Процессы переноса в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы.

Тема 2. ПЛАЗМА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Одночастичное рассмотрение. Движение в постоянном и однородном магнитном поле. Движение в сильном медленно меняющемся поле. Движение частицы в однородном магнитном поле под действием постоянной силы. Дрейф заряженных частиц вдоль плоскости скачка магнитного поля. Важнейшие типы дрейфовых движений частиц в плазме. Адиабатические инварианты. Применение адиабатического и дрейфового приближений. Явления переноса в замагниченной плазме.

Тема 3. МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПИСАНИЯ ПЛАЗМЫ

Идеальная одножидкостная гидродинамика плазмы. Условия применимости. Основные уравнения. Магнитное давление. Равновесие плазмы в магнитной гидродинамике. Уравнения Максвелла. Закон Ома. Холловское поле. Уравнение состояния. Пондеромоторная сила. Соотношение Беннета. Быстрые процессы. Взаимное проникновение плазмы и магнитного поля.

Тема 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ В ПЛАЗМЕ. НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПЛАЗМЫ

Дисперсионные уравнения для продольных и поперечных волн малой амплитуды. Метод малых колебаний. Диэлектрическая проницаемость незамагниченной плазмы. Поперечные электромагнитные волны в незамагниченной плазме. Явление отсечки низкочастотной поперечной волны. Ленгмюровские колебания и волны в плазме. Плазмоны. Ионные ленгмюровские волны. Ионно-звуковые волны в плазме. Бесстолкновительное затухание волн в плазме. Диэлектрические свойства магнитоактивной плазмы. Волны в магнитоактивной плазме. Неустойчивости плазмы. Кинетические неустойчивости плазмы.

Тема 5. ЭЛЕКТРОННАЯ И ИОННАЯ ОПТИКА

Аналогия световой и электронной оптики. Электростатические линзы. Магнитные линзы. Отклоняющие и фокусирующие электронно-оптические системы. Электростатические энергоанализаторы. Магнитные масс-сепараторы и энергоанализаторы. Электронные и ионные пушки. Электронные микроскопы. Принцип работы электронного микроскопа.

Тема 6. ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОННЫХ И ИОННЫХ ПУЧКОВ

Ограничение тока пространственным зарядом в диоде. Закон Чайльда-Ленгмюра. Формула Ленгмюра-Богуславского. Задача Бурсиана. Неустойчивости Бурсиана. Задача

Пирса. Предельная плотность тока пучка частиц в пролетном промежутке в вакууме. Расхождение пучков заряженных частиц под действием собственного объемного заряда.

Тема 7. ЭМИССИОННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Термоэмиссионная электроника. Электроны в металлах. Плотность термоэмиссионного тока. Влияние поверхностной неоднородности материала катода

на термоэмиссию. Автоэлектронная эмиссия. Изменение температуры эмиттера при термо- и автоэлектронной эмиссии. Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Вторичная электрон-электронная эмиссия. Поверхностная ионизация

Тема 8. ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД

Газовый разряд. Электрический ток в газах. Теория электронных лавин. Возникновение, развитие и существование разряда во времени и в пространстве. Темный (таунсендовский) разряд. Тлеющий разряд. Прикатодная область. Положительный столб. Неустойчивости положительного столба. Анодный слой. Газовые лазеры и тлеющий разряд. Разряд с полым катодом. Дуговые разряды. Дуги с подогревным катодом. Дуги с горячими катодами. Дуги с холодными катодами. Искровой и коронный, ВЧ и СВЧ разряды. Магнетронный разряд. Плазменно-пучковый разряд. Оптический пробой. Плазменно-пучковый и пучково-плазменный разряды. Пучково-плазменный разряд.

Тема 9. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ТОКАМАКА

Принцип действия. Принципиальная схема. Способы нагрева плазмы. Омический (или джоулев) нагрев. Адиабатический нагрев. Инжекция пучков быстрых нейтронов. ВЧ методы нагрева. Системы дополнительного нагрева плазмы. Удаление тепла и частиц, подпитка топливом. Реактор ИТЭР. Дивертор. Газовый дивертор. Критерии Лоусона.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 4			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ОПК-2	1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СВОЙСТВА ПЛАЗМЫ. 2. ПЛАЗМА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ В ПЛАЗМЕ. НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПЛАЗМЫ 5. ЭЛЕКТРОННАЯ И ИОННАЯ ОПТИКА 8. ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД
2	Реферат	ОПК-2	1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СВОЙСТВА ПЛАЗМЫ. 8. ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД 9. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ТОКАМАКА
3	Презентация	ОПК-2	1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СВОЙСТВА ПЛАЗМЫ. 9. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ТОКАМАКА
	Экзамен		ОПК-2

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 4					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используемые источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используемые источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 4

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2, 4, 5, 8

Образование плазмы, ее основные свойства.

1. Дебаевский радиус, дебаевский. слой. Идеальность плазмы.
2. Элементарные процессы в плазме. Упругие соударения.
3. Неупругие процессы. Равновесия в плазме.
4. Неравновесность плазменных систем.

5. Процессы релаксации в плазме.
6. Движение частицы в однородном магнитном поле под действием постоянной силы.
7. Дрейф заряженных частиц вдоль плоскости скачка магнитного поля.
8. Важнейшие типы дрейфовых движений частиц в плазме.
9. Идеальная одножидкостная гидродинамика плазмы. Условия применимости.
10. Основные уравнения. Магнитное давление. Равновесие плазмы в магнитной гидродинамике.
11. Быстрые процессы. Взаимное проникновение плазмы и магнитного поля.
12. Дисперсионные уравнения для продольных и поперечных волн малой амплитуды.
13. Метод малых колебаний.
14. Диэлектрическая проницаемость незамагниченной плазмы.
15. Поперечные электромагнитные волны в незамагниченной плазме.
16. Явление отсечки низкочастотной поперечной волны.
17. Ленгмюровские колебания и волны в плазме. Плазмоны.
18. Ионные ленгмюровские волны. Ионно-звуковые волны в плазме.
19. Бесстолкновительное затухание волн в плазме.
20. Кинетические неустойчивости плазмы.
21. Электрический ток в газах.
22. Теория электронных лавин.
23. Тлеющий разряд.
24. Дуговые разряды.
25. Искровой и коронный, ВЧ и СВЧ разряды.
26. Магнетронный разряд.
27. Плазменно-пучковый разряд.

2. Реферат

Темы 1, 8, 9

Примерные темы:

1. Электрический ток в газах.
2. Применение тлеющего разряда.
3. Применение дугового разряда.
4. Искровой и коронный, ВЧ и СВЧ разряды.
5. Магнетронный разряд. Применение
6. Плазменно-пучковый разряд. Принцип действия.
7. Принципиальная схема.
8. Способы нагрева плазмы.
9. Удаление тепла и частиц, подпитка топливом.
10. Реактор ИТЭР

3. Презентация

Темы 1, 9

1. Способы получения плазмы.
2. Применение плазмы в промышленности.
3. Применение плазмы в медицине и сельском хозяйстве.
4. Перспективы применения плазмы в электроэнергетике.
5. История создания устройства Токамак.
6. Устройство токамака.
7. Принцип работы токамака.
8. Перспективы развития области создания токамака.
9. Контрольно-измерительные системы применяемые в токамаке.
10. Метод удержания и стабилизации плазмы в токамаке.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Образование плазмы, ее основные свойства.
2. Дебаевский радиус, дебаевский слой. Идеальность плазмы.
3. Элементарные процессы в плазме. Упругие соударения.
4. Неупругие процессы. Равновесия в плазме.
5. Неравновесность плазменных систем.
6. Процессы релаксации в плазме.
7. Процессы переноса в плазме.
8. Диэлектрическая проницаемость плазмы.
9. Одночастичное рассмотрение.
10. Движение в постоянном и однородном магнитном поле.

11. Движение в сильном медленно меняющемся поле.
12. Движение частицы в однородном магнитном поле под действием постоянной силы.
13. Дрейф заряженных частиц вдоль плоскости скачка магнитного поля.
14. Важнейшие типы дрейфовых движений частиц в плазме.
15. Адиабатические инварианты.
16. Применение адиабатического и дрейфового приближений.
17. Явления переноса в замагниченной плазме.
18. Идеальная одножидкостная гидродинамика плазмы. Условия применимости.
19. Основные уравнения. Магнитное давление. Равновесие плазмы в магнитной гидродинамике.
20. Быстрые процессы. Взаимное проникновение плазмы и магнитного поля.
21. Дисперсионные уравнения для продольных и поперечных волн малой амплитуды.
22. Метод малых колебаний.
23. Диэлектрическая проницаемость незамагниченной плазмы.
24. Поперечные электромагнитные волны в незамагниченной плазме.
25. Явление отсечки низкочастотной поперечной волны.
26. Ленгмюровские колебания и волны в плазме. Плазмоны.
27. Ионные ленгмюровские волны. Ионно-звуковые волны в плазме.
28. Бесстолкновительное затухание волн в плазме.
29. Диэлектрические свойства магнитоактивной плазмы.
30. Волны в магнитоактивной плазме. Неустойчивости плазмы.
31. Кинетические неустойчивости плазмы.
32. Аналогия световой и электронной оптики.
33. Электростатические линзы. Магнитные линзы. Отклоняющие и фокусирующие электронно-оптические системы.
34. Ограничение тока пространственным зарядом в диоде. Предельная плотность тока пучка частиц в пролетном промежутке в вакууме.
35. Термоэмиссионная электроника.
36. Автоэлектронная эмиссия.
37. Изменение температуры эмиттера при термо- и автоэлектронной эмиссии. Фотоэлектронная эмиссия.
38. Вторичная электронная эмиссия.
39. Электрический ток в газах.
40. Теория электронных лавин.
41. Тлеющий разряд.
42. Дуговые разряды.
43. Искровой и коронный, ВЧ и СВЧ разряды.
44. Магнетронный разряд.
45. Плазменно-пучковый разряд.
46. Принцип действия.
47. Принципиальная схема.
48. Способы нагрева плазмы.
49. Удаление тепла и частиц, подпитка топливом.
50. Реактор ИТЭР

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 4			
Текущий контроль			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	2	15
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Лекции по физике плазмы: Учебное пособие / Д.А. Франк-Каменецкий. - 3-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 280 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91559-002-0. -Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=167506>
2. Физика газового разряда / Ю.П. Райзер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 736 с.: 70x100 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91559-019-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=210610>
3. Голант, В.Е. Основы физики плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Е. Голант, А.П. Жилинский, И.Е. Сахаров. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2011. -448 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1550>.
4. Рожанский, В.А. Теория плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Рожанский. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 320 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2769>.

7.2. Дополнительная литература:

1. Введение в физику пылевой и комплексной плазмы: Учебное пособие / Ивлев А.В., Храпак С.А., Молотков В.И. - Долгопрудный:Интеллект, 2017. - 128 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-91559-230-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=936074>
2. Плазменные электротехнологические установки: Уч. для вуз /В.С.Чередниченко, А.С.Аньшаков, М.Г.Кузьмин; Под ред. В.С.Чередниченко. - 3 изд, испр. и доп. - Новосиб: НГТУ, 2011 - 602 с: ил; 70x100 1/16 - (Уч. НГТУ). (п) ISBN 978-5-7782-1576-4, 3000 экз - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=479932>
3. Электромагнитные процессы в среде, наноплазманика и метаматериалы: Учебное пособие / В.А. Астапенко. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 584 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91559-111-9, 800 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=365083>.
4. Тимофеев, А.В. Резонансные явления в колебаниях плазмы [Электронный ресурс] : монография / А.В. Тимофеев. Электрон. дан. Москва : Физматлит, 2009. ? 296 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2338>.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Сетевые ресурсы КФУ - <http://kpfu.ru/library/setevye-resursy>
 Электронно-библиотечная система Znanium.com - <http://znanium.com/>
 Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <https://e.lanbook.com/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.
лабораторные работы	Лабораторные занятия имеют целью углубление и закрепление теоретических знаний, развитие навыков самостоятельного экспериментирования. В ходе лабораторного занятия студенты под руководством преподавателя лично проводят натурные или имитационные эксперименты с целью проверки и подтверждения отдельных теоретических положений учебной дисциплины, приобретают практические навыки работы с вычислительной техникой, овладевают методикой экспериментальных исследований в конкретной предметной области.
самостоятельная работа	Самостоятельные работы студентов заключаются в изучении лекционного материала, подготовка к устному опросу, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка доклада и презентации и реферата по темам выданным преподавателем. При подготовке занятиям, студент должен ознакомиться не только с основной, но и дополнительной литературой, а также с последними публикациями по этой тематике в сети Интернет. Необходимо подготовить текст доклада и иллюстративный материал в виде презентации.
презентация	При подготовке мультимедийных презентации возможно использование ресурсов сети Интернет, современных мультимедийных энциклопедий и электронных учебников. Удобным является тот факт, что мультимедийную презентацию можно будет дополнять новыми материалами, для её совершенствования, тем более что современные программные и технические средства позволяют легко изменять содержание презентации и хранить большие объемы информации. При создании мультимедийного пособия не следует увлекаться и злоупотреблять внешней стороной презентации, так как это может снизить эффективность презентации в целом. Необходимо было найти правильный баланс между подаваемым материалом и сопровождающими его мультимедийными элементами, чтобы не снизить результативность преподаваемого материала.
устный опрос	Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса. Помимо основного материала студент должен изучить дополнительную рекомендованную литературу и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. Устный опрос проводится во время проведения лекции, в ходе лабораторных и практических занятий, при сдаче рефератов. Целью опроса является определение остаточных знаний у студентов.
реферат	Реферат студенты готовят индивидуально, является домашним заданием. К указанному сроку студенты должны подготовить реферат по требованиям выданным преподавателем, распечатать и принести на проверку. Реферат представляет письменный материал по определённой теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. В нем в обобщенном виде представляется материал на определенную тему, включающий обзор соответствующих литературных и других источников. Рефераты могут являться изложением содержания какой-либо научной работы, статьи и т.п.
экзамен	Готовиться к экзамену необходимо последовательно, с учетом вопросов на зачет, разработанных ведущим преподавателем кафедры. При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть лабораторные работы и рефераты, а также составить письменные или устные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Основы физических процессов в плазме и плазменных установках" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Основы физических процессов в плазме и плазменных установках" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике .