

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

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« _____ » _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы физических процессов в плазме и плазменных установках

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: 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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 ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), 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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

-методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Должен уметь:

-применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Должен владеть:

- методами анализа и моделирования, теоретического, экспериментального исследования и способностью применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

-применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) 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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
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 (модуля)

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"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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			
	<i>Текущий контроль</i>		
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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
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
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. Используются 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. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Критерии оценивания: 1) полноту и правильность ответа; 2) степень осознанности, понимания изученного; 3) языковое оформление ответа. Примерны вопросы для проведения устного опроса у студентов:

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 немагнитной плазмы.
15. Поперечные электромагнитные волны в немагнитной 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

Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. 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

Требования к содержанию презентации: все слайды должны быть выдержаны в едином стиле; презентация должна быть не меньше 10 слайдов, но не более 20; первый лист - это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название темы и автор; соответствие содержания презентации целям и задачам; соответствие содержания презентации целям и задачам; соблюдение принятых правил орфографии, пунктуации,

сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.); отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации; отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации; лаконичность текста на слайде; завершенность (содержание каждой части текстовой информации логически завершено); сжатость и краткость изложения, максимальная информативность текста; расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали; наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана; если на слайде картинка, надпись должна располагаться под ней; желательно форматировать текст по ширине; не допускать "рваных" краев текста); наличие не более одного логического ударения: краснота, яркость, обводка, мигание, движение; наличие не более одного логического ударения: краснота, яр-кость, обводка, мигание, движение; на последнем слайде указывается перечень используемых источников, активные и точные ссылки на все графические объекты.

На завершающем слайде можно еще раз указать информацию об авторе презентации с фотографией и контактной информацией об авторе (почта, телефон) на последнем слайде указывается перечень используемых источников, активные и точные ссылки на все графические объекты.

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. Презентация состоит из 3-х блоков: 1. Основные положения выбранной тематики - 5 баллов; 2. Практическое применение теоретических положений выбранной тематики - 5 балла; 3. Методики использования и применения альтернативных источников энергии по выбранной тематике - 5 балла. Примерные темы презентации:

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			
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 сдаёт 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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

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

Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru>

?НАЦИОНАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ? - <https://npoed.ru/>

Сетевые ресурсы КФУ - <http://kpfu.ru/library/setevye-resursy>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий студент должен вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:-в команде "Microsoft Teams".</p>
лабораторные работы	<p>Перед выполнением заданий лабораторных работ студент должен: - внимательно прочитать цель и задачи занятия, - ознакомиться с требованиями к уровню подготовки в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения, - прочитать краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме лабораторной работы, - ответить на вопросы для закрепления теоретического материала. Каждую лабораторную работу студент должен выполнять в соответствии с прилагаемой инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной в данном сборнике методике. Отчет по лабораторной работе студент должен выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.</p> <p>Лабораторные занятия могут проводиться в аудиториях института или с применением дистанционных образовательных технологий.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: -в команде "Microsoft Teams"; -в Виртуальной аудитории.</p> <p>При проведении занятия дистанционно студенты получают данные лабораторных исследований для дальнейшего анализа и обработки. После загрузки готовых лабораторных работ, производится устная защита работ по контрольным вопросам.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студента обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям и контрольным мероприятиям для всех дисциплин учебного плана. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных контрольных работ, тестовых заданий, сделанных докладов и других форм текущего контроля. Самостоятельная работа студента включает в себя следующие формы работ:</p> <ul style="list-style-type: none">- изучение лекционного материала, предусматривающие проработку конспекта лекций и учебной литературы;- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;- выполнение домашнего задания или домашней контрольной работы, выдаваемых на практических занятиях;- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение;- подготовка к практическим занятиям;- подготовка к контрольной работе;- подготовка к зачету или экзамену;- написание реферата или подготовка презентации по заданной проблеме. <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
реферат	<p>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.</p> <p>Реферат студенты готовят индивидуально, является домашним заданием. К указанному сроку студенты должны подготовить реферат по требованиям выданным преподавателем, распечатать и принести на проверку</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся прикрепляет реферат на следующих платформах и ресурсах:-в команде "Microsoft Teams</p>
презентация	<p>Перед созданием презентации необходимо четко определиться с целью, создаваемой презентации, построить вступление и сформулировать заключение, придерживаться основных этапов и рекомендуемых принципов ее создания. Основные этапы работы над компьютерной презентацией:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Спланируйте общий вид презентации по выбранной теме, опираясь на собственные разработки и рекомендации преподавателя. 2 Распределите материал по слайдам. 3 Отредактируйте и оформите слайды. 4 Задайте единообразный анимационный эффект для демонстрации презентации. 5 Распечатайте презентацию. 6 Прогоните готовый вариант перед демонстрацией с целью выявления ошибок. 7 Доработайте презентацию, если возникла необходимость. <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
устный опрос	<p>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.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:-в команде "Microsoft Teams".</p>
экзамен	<p>В ходе подготовки к экзамену обучающимся доводятся заранее подготовленные вопросы по дисциплине. Перечень вопросов для зачета содержится в данных учебно-методических указаниях. В преддверии зачета преподаватель заблаговременно проводит групповую консультацию и, в случае необходимости, индивидуальные консультации с обучающимися. При проведении консультации обобщается пройденный материал, раскрывается логика его изучения, привлекается внимание к вопросам, представляющим наибольшие трудности для всех или большинства обучающихся, рекомендуется литература, необходимая для подготовки к зачету. При подготовке к зачету обучающиеся внимательно изучают конспект, рекомендованную литературу и делают краткие записи по каждому вопросу. Такая методика позволяет получить прочные и систематизированные знания, необходимые на зачете. Зачет может проходить как в очном, так и в дистанционном формате.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:-в команде "Microsoft Teams";-в Виртуальной аудитории.</p>

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

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".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.21 Основы физических процессов в плазме и
плазменных установках

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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: 2020

Основная литература:

1. Франк-Каменецкий Д. А. Лекции по физике плазмы: учебное пособие / Д. А. Франк-Каменецкий. - 3-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 280 с. ISBN 978-5-91559-002-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/167506> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.
2. Голант В. Е. Основы физики плазмы : учебное пособие / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1198-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1550> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.
3. Рожанский В. А. Теория плазмы : учебное пособие / В. А. Рожанский. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1233-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2769> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Ивлев А. В. Введение в физику пылевой и комплексной плазмы: учебное пособие / А. В. Ивлев, С. А. Храпак, В. И. Молотков - Долгопрудный: Интеллект, 2017. - 128 с. ISBN 978-5-91559-230-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/936074> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.
2. Чередниченко В. С. Плазменные электротехнологические установки : учебное пособие / В. С. Чередниченко, А. С. Аньшаков, М. Г. Кузьмин ; под ред. В. С. Чередниченко. - 2-е изд., доп. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 601 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013628-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/946118> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.
3. Астапенко В. А. Электромагнитные процессы в среде, наноплазмоника и метаматериалы: учебное пособие / В. А. Астапенко. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 584 с. - ISBN 978-5-91559-111-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/365083> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.
4. Тимофеев А. В. Резонансные явления в колебаниях плазмы : монография / А. В. Тимофеев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 296 с. - ISBN 978-5-9221-1043-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2338> (дата обращения: 19.08.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.21 Основы физических процессов в плазме и
плазменных установках

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.