

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

Концентрированные потоки энергии и физические основы их генерации

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) доцент, к.н. (доцент) Габдрахманов А.Т. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), ATGabrahmanov@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
ПК-12	Способен разрабатывать стратегии развития и повышения эффективности термического производства
ПК-6	Готов определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- способы разработки стратегии развития и повышения эффективности термического производства;
- способы определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности

Должен уметь:

- разрабатывать стратегии развития и повышения эффективности термического производства;
- определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.

Должен владеть:

- способностью разрабатывать стратегии развития и повышения эффективности термического производства;
- способностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.

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.В.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

### 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 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

Контактная работа - 144 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 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. Плазма четвертое состояние вещества.	5	6	3	6	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Элементарные процессы в плазме	5	8	3	8	10
3.	Тема 3. Газовые разряды	5	8	3	8	10
4.	Тема 4. Процессы столкновения в плазме	5	6	3	6	10
5.	Тема 5. Процессы ионизации и рекомбинации	5	8	6	8	14
6.	Тема 6. Свойства луча.	6	4	4	4	12
7.	Тема 7. Основы генерации лазерного излучения.	6	6	6	6	18
8.	Тема 8. Виды накачки лазеров.	6	4	4	4	12
9.	Тема 9. Виды лазеров	6	4	4	4	12
	Итого		54	36	54	108

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Плазма четвертое состояние вещества.

Понятие концентрированных потоков энергии. Энергетические условия воздействия на материал. Источники энергии термических процессов. К числу концентрированных потоков энергии источников относят газовое пламя, электрический разряд, электрическую дугу, пучок электронов, световой луч, поток ионов и т.п. Схема обработки КПЭ. Концентрация энергии различных тепловых источников (плотность мощности). Плазма - фазовое состояние вещества в природе. Макроскопические параметры плазмы.

### Тема 2. Элементарные процессы в плазме

Фотоионизация. Деионизация. Излучение плазмы. Эффективный потенциал ионизации. Эмиссионные процессы на поверхности твердых тел. Термоэлектронная эмиссия. Эффект Шоттки. Туннельные переходы. Фотоэмиссия (внешний фотоэффект). Вторичная эмиссия. Баланс энергии в различных зонах дуги. Магнитное поле дуги. Пинчэффект.

### Тема 3. Газовые разряды

Определение газового разряда. Его классификация. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Установившийся и неустановившийся разряды. Безэлектродные разряды. Вольт - амперная характеристика (ВАХ) разряда. Методы ее получения. Электрическая дуга, как основной источник КПЭ. Другие формы разряда в газах для источников КПЭ. Возбуждение дугового разряда. Катодная область. Анодная область. Столб дуги. Вольтамперная характеристика дуги.

### Тема 4. Процессы столкновения в плазме

Столкновения частиц в плазме. Под столкновениями в плазме понимают всякие процессы, приводящие к изменениям траектории движения частиц, их кинетической энергии, возбуждению энергетических уровней атомов и молекул или излучению энергии, а также диссоциации или ионизации. Линия прицела. Радиус действия. Сечение столкновения. Взаимодействия заряженных частиц между собой, взаимодействия заряженных частиц с нейтралами, взаимодействия нейтралов между собой, взаимодействия нейтралов с излучением.

### Тема 5. Процессы ионизации и рекомбинации

Неупругие столкновения. Процесс диссоциации. Процесс ионизации. Основными процессами ионизации являются ионизация электронным ударом, фотоионизация и термическая ионизация. Процессы рекомбинации. Рекомбинация положительно заряженного иона при столкновении с электроном. Рекомбинация при тройных столкновениях.

### Тема 6. Свойства луча.

Свойства лазерного излучения. Электромагнитный спектр. Математическое представление световых волн. Монохроматичность световой волны. Направленность светового луча. Собственный размер светового пучка. Интерференция световых волн. Когерентность светового излучения. Поляризация света. Виды поляризации. Преобразователи поляризации. Преобразователи круговой поляризации волновые пластинки. Различные виды оптических линз.

### Тема 7. Основы генерации лазерного излучения.

Получение лазерного излучения. Атомные переходы. Спонтанное и вынужденное излучение. Населенность энергетических уровней. Инверсия населенности. Двухуровневая накачка. Аммиачный мазер. Трех- и четырехуровневая схема накачки. Способы накачки лазеров. Однопроходный усилитель света.

Оптический резонатор. Пороговые условия генерации.

Формирование лазерного пучка в резонаторе. Уширение линий вынужденного излучения. Лазерные моды.

Добротность резонатора. Продольно-поперечные моды лазера. Селекция линий излучения лазера.

Одномодовый режим работы лазера. Модуляция добротности. Способы модуляции добротности. Синхронизация мод.

### Тема 8. Виды накачки лазеров.

Рабочие тела современных технологических лазеров: газовые смеси, кристаллы, стекла, полупроводники и жидкости. Наибольшее распространение в лазерных системах получили оптический, газоразрядный, электронным пучком, газодинамический и химический методы накачки. При оптической накачке рабочее тело подвергается воздействию потока света, излучаемого импульсной или непрерывно действующей газоразрядной лампой.

### Тема 9. Виды лазеров

Классификация лазеров. Классификация по особенностям активной среды (твердотельные лазеры, газовые лазеры, лазеры на красителях) и по способу накачки (лазеры с оптической накачкой, газоразрядные лазеры, химические лазеры). Среда, способ накачки, генерируемая мощность и др. Твердотельные лазеры. Электроразрядные лазеры низкого давления на благородных газах. N<sub>2</sub>-, CO<sub>2</sub>- и СО-лазеры высокого давления. Ионный аргоновый лазер. Полупроводниковые лазеры.

## 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
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-12	1. Плазма четвертое состояние вещества.
2	Тестирование	ПК-6	2. Элементарные процессы в плазме
3	Контрольная работа	ПК-6	3. Газовые разряды
4	Реферат	ПК-12	4. Процессы столкновения в плазме
5	Письменное домашнее задание	ПК-12	5. Процессы ионизации и рекомбинации
	<b>Экзамен</b>	ПК-12, ПК-6	

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-12	6. Свойства луча.
2	Тестирование	ПК-6	7. Основы генерации лазерного излучения.
3	Контрольная работа	ПК-6	8. Виды накачки лазеров.
4	Реферат	ПК-12	9. Виды лазеров
	<b>Экзамен</b>	ПК-12, ПК-6	

## 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.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
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.	4



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	5
<b>Экзамен</b>	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.	
<b>Семестр 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
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. Используемые источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используемые источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	4
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 5

Текущий контроль



## 1. Письменная работа

### Тема 1

1. Что такое плазма?
2. Расскажите о понятии коллективные свойства на примере взаимодействия молекул в воздухе и заряженных частиц в плазме.
3. При каких условиях плазму можно считать сплошной средой?
4. Что такое квазинейтральность?
5. Опишите процессы, происходящие в плазме при нарушении ее нейтральности?
6. Чем квазинейтральность отличается от истинной нейтральности?
7. Когда оправдано введение термина температура плазмы?
8. Почему оказывается различной ионная и электронная температура?
9. Какую плазму называют изотермической?
10. чем заключается особенность неизотермической плазмы?
1. Как подразделяют плазму в зависимости от значения ионной температуры?
2. Приведите примеры низкотемпературной и высокотемпературной плазмы.
3. Объясните процесс ?вмораживания? магнитного поля в плазму.
4. При каком условии возможна замороженность магнитного поля в плазму?
5. На чем основан магнитогидродинамический метод описания плазмы?
6. Расскажите о физических процессах, проходящих в самостягивающемся шнуре.
7. Напишите формулу для магнитного давления.
8. Чем уравнивается магнитное сжатие плазменного шнура?
9. Почему плазменный шнур недолговечен?
10. Какие виды электродуговых плазмотронов бывают?

## 2. Тестирование

### Тема 2

- 1) атомом поглощается фотон
- 2) атомом испускается фотон
- 3) атомом испускается два когерентных фотона
- 4) происходит явление термоэлектронной эмиссии
2. На чем основана работа рубинового лазера с трехуровневой системой?
  - 1) На том факте, что в различных возбужденных состояниях атом может находиться в течение неодинаковых промежутков времени
  - 2) На явлении фотоэффекта
  - 3) На том, что в этом лазере используется не два зеркала (как в обычном), а три
  - 4) Правильного ответа нет
3. Выберете, для чего могут применяться лазеры в науке и технике?
  - 1) Для резки металлов
  - 2) Для истребления паразитов
  - 3) Для хранения информации
  - 4) В медицине
4. На чем основана работа лазера?
  - 1) На явлении фотоэффекта
  - 2) На явлении индуцированного излучения
  - 3) На фотонах
  - 4) На инфракрасном излучении
5. При переходе атома из высшего энергетического уровня на низший...
  - 1) атомом поглощается фотон
  - 2) атомом испускается фотон
  - 3) атомом испускается два когерентных фотона
  - 4) происходит явление термоэлектронной эмиссии
6. По типу активной среды лазеры подразделяются на?
  - 1) аморфные
  - 2) твердотельные
  - 3) жидкостные
  - 4) газовые
7. Накачка в газовых лазерах может производиться вследствие?
  - 1) химической реакции
  - 2) воздействия мощного источника света
  - 3) электрического разряда
  - 4) перехода электрона с одного типа полупроводника на другой

8. Накачка в химических лазерах может производиться вследствие?

- 1) химической реакции
- 2) воздействия мощного источника света
- 3) электрического разряда
- 4) перехода электрона с одного типа полупроводника на другой

9. Накачка в оптических лазерах может производиться вследствие?

- 1) химической реакции
- 2) воздействия мощного источника света
- 3) электрического разряда
- 4) перехода электрона с одного типа полупроводника на другой

10. Какое свойство лазера используется при строительстве туннелей

- 1) высокая монохромность
- 2) импульс короткой длительности
- 3) узкий нерасходящийся луч
- 4) возможность точной фокусировки

### 3. Контрольная работа

#### Тема 3

энергию, которая может быть затрачена на возбуждение и ионизацию атома аргона.

2. Электрон с энергией 50 эВ сталкивается с покоящимся атомом аргона. Найти максимальную энергию, которая может быть затрачена на возбуждение и ионизацию атома аргона.

3. Потенциал ионизации атома аргона 15,7 эВ. Какую минимальную энергию должен иметь ион водорода, сталкивающийся с покоящимся атомом аргона, чтобы ионизовать его?

4. Сечение ионизации атома неона электронами с энергией 150 эВ,  $\sigma_i = 0,78 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup>. Найти число электрон-ионных пар, образующихся на 1 см длины электронного пучка с энергией электронов 150 эВ и током в 1 мА в неоне при давлении 1 Торр.

5. Найти среднюю ионизационную длину пробега электрона  $\lambda_i$  с энергией 50 эВ в аргоне при давлении  $10^{-2}$  Торр,

если сечение ионизации атома электронным ударом при энергии электронов 50 эВ  $\sigma_i = 3,2 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup>.

6. В газоразрядной трубке, заполненной гелием при давлении  $10^{-2}$  Торр, расстояние между катодом и анодом 40

см. Какая часть эмитируемых катодом электронов с энергией 110 эВ произведет хотя бы один акт ионизации, прежде чем достигнет анода? Сечение ионизации при этих условиях  $0,35 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup>.

7. Для получения пучка быстрых атомов водорода в инжекторе термоядерной установки применена газовая водородная мишень. Сечение перезарядки ионов H<sup>+</sup> на молекулах H<sub>2</sub> при энергии ионов 20 кэВ  $\sigma_p = 6 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup>. Сечение обратного процесса ? обдирки атомов водорода на молекулах ?  $\sigma_0 = 1,5 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup> при той же энергии. Найти толщину газовой мишени, при которой выход атомарного водорода при прохождении через нее пучка ионов водорода будет наибольшим. Давление водорода в газовой мишени  $10^{-3}$  Торр. Сечение рассеяния на молекулах H<sub>2</sub>  $\sigma_r = 3 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup>.

8. Найти длину волны излучения  $\lambda_0$ , при которой возможна прямая фотоионизация атомов цезия. Потенциал ионизации цезия 3,89 В.

9. Сечения возбуждения линии гелия 5015 Å (21S-31P) равно  $7,5 \cdot 10^{-18}$  см<sup>2</sup> при энергии электронов 200 эВ. Найти мощность светового потока волны этой длины, если свечение гелия при давлении 100 Торр вызывается пучком электронов с энергией 200 эВ. Ток электронов в пучке 100 мА, пробег 20 см.

10. Пороговая энергия ионизации атома гелия  $E_i = 24,4$  эВ, максимальное значение сечения ионизации  $0,35 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup> при  $E = 110$  эВ. Пользуясь формулой Моргулиса, найти значение сечения ионизации при энергии электронов  $2E_i$ .

11. Найти равновесную степень ионизации атомов аргона ( $U_i = 15,7$  В) в столбе сильноточной дуги при температуре  $T = 5000$  К и давлении 1 атм.

### 4. Реферат

#### Тема 4

1. Плазменные технологии (области применения, преимущества, недостатки, перспективы)

2. Термодинамика и кинетика плазмохимических процессов

3 Термодинамический анализ плазмохимических систем

4 Кинетика плазмохимических процессов

5 Кинетика равновесных процессов

6 Неравновесные плазмохимические процессы

7 Технологическое оформление плазмохимических процессов

8 Плазмохимический реактор

9 Функции распределения по временам пребывания

10 Характеристики реального реактора вытеснения

11 Перемешивание реагентов с энергоносителем в смесителе

12 Стадии перемешивания

13 Модель перемешивания газовых потоков в цилиндрических каналах

14 Закалка продуктов плазмохимических процессов. Способы закалки

### 5. Письменное домашнее задание

Тема 5

1. Требования предъявляемые к плазмотронам.

2. Электродуговые плазмотроны. Плазмотроны с дугой, стабилизированной стенкой. Конструкция и особенности работы.

3. Плазмотроны с вихревой стабилизацией дуги. Однокамерные плазмотроны. Конструкция и особенности работы.

4. Плазмотроны с вихревой стабилизацией дуги. Двухкамерный плазмотрон и плазмотрон с двухсторонним истечением газа. Конструкции и особенности работы.

5. Плазмотроны с вихревой стабилизацией дуги. Плазмотроны с фиксированной длиной дуги.

6. Плазмотроны со стабилизацией дуги магнитными полями и электродами. Конструкции и особенности работы.

7. Высокочастотные генераторы низкотемпературной плазмы. Высокочастотные индукционные плазмотроны.

8. Высокочастотные генераторы низкотемпературной плазмы. Высокочастотные емкостные плазмотроны.

9. Плазмотроны тлеющего разряда с продольной прокачкой газа.

10. Плазмотроны тлеющего разряда с поперечной прокачкой газа.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Виды источников КПЭ. Основные требования для источников КПЭ и их преимущество.

2. Что такое плазма? Его отличие от других состояний вещества. Условия возникновения плазмы виды плазмы.

3. Проводимость твердых тел, жидкостей и газов

4. Макроскопические параметры плазмы. Плотность плазмы, концентрация частиц в плазме, степень ионизации, термодинамическая температура, внутренняя энергия и давление плазмы.

5. Квазинейтральность плазмы, плазменные колебания.

6. Элементарные процессы в плазме. Столкновения частиц в плазме.

7. Элементарные процессы в плазме. Процессы ионизации атомов.

8. Элементарные процессы в плазме. Процессы рекомбинации в плазме.

9. Явления переноса в плазме. Диффузионные процессы в плазме. Амбиполярная диффузия.

10. Явления переноса в плазме. Излучение плазмы.

11. Эмиссионные процессы на поверхности твердых тел. Термоэлектронная эмиссия.

12. Эмиссионные процессы на поверхности твердых тел. Эффект Шоттки.

13. Эмиссионные процессы на поверхности твердых тел. Туннельные переходы (автоэлектронная эмиссия). Фотоэмиссия (внешний фотоэффект).

14. Эмиссионные процессы на поверхности твердых тел. Вторичная эмиссия. Пленочные катоды.

15. Электрический разряд в газах. Виды разрядов.

16. Тлеющий разряд. Структура и особенности тлеющего разряда, постоянного тока.

17. Конструктивные особенности, основы функционирования и характеристики плазмотронов тлеющего разряда с продольной прокачкой газа.

18. Конструктивные особенности, основы функционирования и характеристики плазмотронов тлеющего разряда с поперечной прокачкой газа.

19. Дуговой разряд. Строение электрической дуги. Способы возбуждения дугового разряда.

20. Дуговой разряд. Вольтамперная характеристика дуги.

21. Основы генерации лазерного излучения. Атомные процессы. Атомные переходы.

22. Основы генерации лазерного излучения. Спонтанное и вынужденное излучение.

23. Основы генерации лазерного излучения. Населенность энергетических уровней.

24. Основы генерации лазерного излучения. Инверсия населенности.

25. Основы генерации лазерного излучения. Двухуровневая накачка.

26. Основы генерации лазерного излучения. Трехуровневая схема накачки. Четырехуровневая схема накачки.

27. Способы накачки лазеров.

28. Однопроходной усилитель света. Оптический резонатор.

29. Пороговые условия генерации.

30. Схемы и конструкции технологических лазеров.

31. Требования к промышленным технологическим лазерам.

32. Твердотельные лазеры. Рубиновый лазер с оптической накачкой.

33. Твердотельные лазеры. Лазеры на стекле с неодимом.

34. Твердотельные лазеры. Лазеры на АИГ с неодимом.

35. Принцип действия газоразрядных CO<sub>2</sub> лазеров

36. CO<sub>2</sub> лазеры с диффузионным охлаждением рабочей смеси.

37. CO<sub>2</sub> лазеры с конвективным охлаждением рабочей смеси.

38. Волоконные лазеры.

## Семестр 6

### Текущий контроль

#### 1. Письменная работа

Тема 6

1. Основные преимущества газовых лазеров?
2. Три типа внутриатомных переходов;
3. Модовый состав и угловая расходимость излучения, получение одномодового дифракционного пучка;
4. Усиление в активной среде;
5. Инверсная населенность уровней, методы создания инверсной населенности;
6. Вынужденные переходы и усиление потока в активной среде;
7. Устойчивые и неустойчивые резонаторы, резонаторы на грани устойчивости;
8. Продольные и угловые моды резонатора;
9. Длительность импульса, связь длительности со спектральным составом;
10. Длительность импульса, получение пикосекундных и фемтосекундных импульсов;
11. Что такое лазер?
12. Какие иды лазеров бывают?
13. Какие лазеры применяются в медицине?
14. Назовите основные параметры предъявляемые к технологическим лазерам.
15. На каком физическом эффекте работают все лазеры?
16. Кто является основоположником в теории лазеров?

#### 2. Тестирование

Тема 7

1. Какой термин, из перечисленных ниже, допускается ГОСТ-ом к применению для обозначения лазерных приборов?:
  - А. Мазер,
  - Б. Квантовый генератор,
  - В. Оптический квантовый генератор, ОКГ,
  - Г. Молекулярный генератор.
2. На каком веществе работал первый мазер?
  - А. Неоне,
  - Б. Гелии,
  - В. Цезии,
  - Г. Метане.
3. Какой основной элемент обязательно присутствует в конструкции лазера любого типа?
  - А. Активная среда,
  - Б. Резонатор,
  - В. Система накачки,
  - Г. Зеркала резонатора.
4. Когда были созданы первые приборы, работающие по лазерному принципу?
  - А. 1954 г.
  - Б. 1958 г.
  - В. 1960 г.
  - Г. 1962 г.
5. Естественная ширина спектральной линии лазерного перехода CO<sub>2</sub> лазера составляет 50 МГц. Чему равно среднее время нахождения частиц в данном возбужденном состоянии?
  - А.  $2 \cdot 10^{-8}$  сек.
  - Б.  $3,2 \cdot 10^{-9}$ сек.
  - В.  $6,28 \cdot 10^{-8}$ сек.
  - Г.  $3,14 \cdot 10^{-9}$ сек.
6. Активная среда лазера работает по трехуровневой схеме накачки. При переходах между какими уровнями среды может происходить лазерная генерация?
  - А. 3 → 2.
  - Б. 2 → 3.
  - В. 3 → 1.
  - Г. 2 → 1.
7. Активная среда лазера работает по трехуровневой схеме накачки. Между какими уровнями осуществляют накачку среды?
  - А. 1 → 2.
  - Б. 2 → 3.

В. 1 → 3.

Г. 2 → 1.

8. Активная среда работает по трехуровневой схеме накачки. Концентрация активных частиц среды равна  $n$ . Каковы должны быть населенности энергетических уровней  $n_1, n_2, n_3$  для получения усиления в среде?

А.  $n_2 > n/2$ .

Б.  $n_1 > n/2$ .

В.  $n_3 > n_1$ .

Г.  $n_3 > n_2$ .

9. Взаимодействие света с веществом имеет принципиально вероятностный характер. В квантовой теории взаимодействия света и вещества вводится понятие вероятности перехода, которое отличается от понятия вероятности, используемого в математике. Какова размерность физической величины ?вероятность перехода?, используемой в лазерной физике?

А. Не имеет размерности.

Б. сек.

В. сек<sup>-1</sup>.

Г. сек<sup>2</sup>.

10. Взаимодействие света с веществом имеет принципиально вероятностный характер. В квантовой теории взаимодействия света и вещества вводится понятие вероятности перехода, которое отличается от понятия вероятности, используемого в математике. Какой физический смысл имеет понятие ?вероятность перехода?, используемое в лазерной физике?

А. Число квантов испускаемых или поглощаемых при переходе между энергетическими уровнями среды.

Б. Отношение числа испущенных или поглощенных квантов к числу взаимодействующих со светом частиц.

В. Число квантов испускаемых или поглощаемых при переходе между энергетическими уровнями среды в секунду.

Г. Отношение числа взаимодействующих со светом частиц к числу испущенных или поглощенных квантов.

### 3. Контрольная работа

Тема 8

1. Температура  $T$  абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1000 до 3000 К. Во сколько раз увеличилась при этом его энергетическая светимость  $R_e$ ?

2. Вычислить энергию, излучаемую за время  $t = 1$  мин с площади  $S = 1$  см<sup>2</sup> абсолютно черного тела, температура которого  $T = 1000$  К.

3. Из смотрового окошка печи излучается поток  $\Phi = 2040$  Дж/мин. Определить температуру печи  $T$ , если площадь окошка  $S = 6$  см<sup>2</sup>.

4. Абсолютно черное тело имеет температуру  $T_1 = 400$  К. Какова будет температура  $T_2$  тела, если в результате нагревания поток излучения увеличится в  $n = 10$  раз?

5. Мощность излучения раскаленной металлической поверхности  $\Phi = 0,67$  кВт. Температура поверхности  $T = 2500$

К, ее площадь  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Какую мощность излучения ФАЧТ имела бы эта поверхность, если бы она была абсолютно черной?

6. Интенсивность солнечного излучения вблизи Земли за пределами ее атмосферы равна  $I = 1350$  Дж/(м<sup>2</sup>·с).

Принимая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, определить температуру  $T$  его излучающей поверхности. Радиус Солнца  $R = 696 \cdot 10^6$  м, среднее расстояние от Земли до Солнца  $L = 149 \cdot 10^9$  м.

7. Печь потребляет мощность  $P = 500$  Вт. Температура ее внутренней поверхности при открытом отверстии диаметром  $d = 5$  см равна  $t = 700$ °С. Какая часть потребляемой мощности  $\Phi$  рассеивается за счет излучения из отверстия  $\Phi$ ?

8. Определить установившуюся температуру  $T$  зачерненной металлической пластинки, расположенной перпендикулярно солнечным лучам вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца. Интенсивность излучения Солнца на таком расстоянии  $I = 1,4$  кДж/(м<sup>2</sup>·с).

9. Энергетическая светимость абсолютно черного тела  $R_e = 3$  Вт/см<sup>2</sup>. Определить длину волны  $\lambda_m$ , отвечающую максимуму излучательной способности этого тела.

10. Абсолютно черное тело имеет температуру  $T_1 = 2900$  К. При остывании тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на  $\Delta \lambda = 9$  мкм. До какой

температуры  $T_2$  охладилось тело?

### 4. Реферат

Тема 9

1 Основные области применения лазеров

2 Перспективные применения лазеров

3 Некоторые характерные примеры применения лазерных технологий в технике

4 Лазерные технологии в производстве мобильных устройств и персональных компьютеров

5 Лазерная термохимическая запись в пленках хрома, титана и т.п.

6 Лазерное микроструктурирование поверхности материалов



- 7 Обработка прозрачных материалов методом лазерно-индуцированной микроплазмы (ЛИМП)
- 8 Примеры лазерной микрообработки
- 9 Лазерная полировка оптических поверхностей
- 10 Лазерная очистка поверхности
- 11 Аддитивные лазерные технологии - принцип
- 12 Космические применения лазеров
- 13 Дистанционное лазерное зондирование космических объектов
- 14 Лазерная искра в воздухе и ее применения
- 15 Лазерное противоракетное оружие
- 16 Основные области применения лазеров в медицине

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Световой луч и его свойства. Электромагнитный спектр. Математическое представление световых волн. Монохроматичность и направленность излучения.
2. Световой луч и его свойства. Размеры светового пучка. Интерференция. Когерентность.
3. Световой луч и его свойства. Поляризация излучения. Виды поляризации.
4. Основы генерации лазерного излучения. Атомные процессы. Атомные переходы.
5. Основы генерации лазерного излучения. Спонтанное и вынужденное излучение. Населенность энергетических уровней.
6. Основы генерации лазерного излучения. Инверсия населенности.
7. Двухуровневая накачка.
8. Основы генерации лазерного излучения. Трехуровневая схема накачки.
9. Четырехуровневая схема накачки.
10. Способы накачки лазеров.
11. Однопроходной усилитель света.
12. Оптический резонатор.
13. Пороговые условия генерации.
14. Основные типы газовых лазеров. Преимущества газовых лазеров.
15. Физические основы работы CO<sub>2</sub> лазера.
16. CO<sub>2</sub>-лазеры с диффузионным охлаждением рабочей смеси. Пути повышения мощности и уменьшения длины CO<sub>2</sub> лазера.
17. Однолучевые CO<sub>2</sub>-лазеры с диффузионным охлаждением рабочей смеси.
18. Многолучевые CO<sub>2</sub>-лазеры с диффузионным охлаждением рабочей смеси.
19. Газоразрядные CO<sub>2</sub>-лазеры с конвективным охлаждением рабочей смеси.
20. Параметры некоторых CO<sub>2</sub> лазеров. Развитие принципов конструирования CO<sub>2</sub> лазеров.
21. Основные типы твердотельных лазеров. Преимущества твердотельных лазеров и их применение.
22. Основы работы твердотельных лазеров.
23. Лазеры на гранате с неодимом (Nd:YAG-лазеры).
24. Лазеры на стекле с неодимом.
25. Особенности устройства твердотельных лазеров. Излучатели твердотельных лазеров. Осветительная система.
26. Оптические системы твердотельных лазерных технологических установок. Основные режимы работы твердотельных лазеров.
27. Основные типы волоконных лазеров. Преимущества волоконных лазеров и их применение.
28. Основы работы волоконных лазеров.
29. Одномодовый волоконный лазер. Волоконные лазеры с активированной боковой накачкой.
30. Многокаскадное усиление в волокнах. Схема мощного волоконного лазера.
31. Дiodные лазеры.

#### **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
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	2	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
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.	4	10
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	5	10
<b>Экзамен</b>	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
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	15
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	2	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	15

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
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.	4	10
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	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала преподаваемым преподавателем. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В конце семестра у студента должен быть конспект лекций на все пройденные темы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Во время практических занятий будут решены задачи по теме пройденных лекций. Во время пары практических занятий минимум один студент на одно занятие будет выводиться к доске для разбора решения задачи. Также для дополнительного понятия темы будут выдаваться задачи для решения на дом. Для стимуляции студентов при решении задач будут выставляться дополнительные баллы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.
лабораторные работы	Лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях, где находятся лабораторные установки. В первой половине пары студенты после изучения методического пособия по проведению лабораторных работ производят эксперименты на установках и составляют протокол измерений. Далее студенты оформляют отчет проведения лабораторной работы в состав которого входит: теоретическая часть, экспериментальная часть, расчетная часть и вывод. После выполнения данных действий студент защищает данную работу. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.
самостоятельная работа	Начиная подготовку к занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.
письменная работа	Суть письменной работы состоит в том, что, студент должен на заданную тематику в письменной форме изложить краткое содержание материала данный преподавателем во время лекционных занятий. Работа должна быть конструктивна, логична и охватить всю тематику выданным преподавателем студенту на письменную работу. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.
реферат	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. Реферат студенты готовят индивидуально, является домашним заданием. К указанному сроку студенты должны подготовить реферат по требованиям выданным преподавателем, распечатать и принести на проверку. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся прикрепляет реферат на следующих платформах и ресурсах:-в команде "Microsoft Teams".
письменное домашнее задание	Суть письменного домашнего задания состоит в том, что, студент должен на заданную тематику в письменной форме изложить краткое содержание материала данный преподавателем во время лекционных занятий. Работа должна быть конструктивна, логична и охватить всю тематику выданным преподавателем студенту на письменную работу. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.

Вид работ	Методические рекомендации
тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.
контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.
экзамен	При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций, а также источники, которые разбирались на практических занятиях. Просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на семинарах. Составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен. В каждом билете на экзамене содержится два вопроса. 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. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории.

#### 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.В.03 Концентрированные потоки энергии и физические основы их генерации

**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. Иванов И. Основы квантовой электроники : учебное пособие / И. Иванов. - Ростов-на-Дону : Издательство ЮФУ, 2011. - 174 с. - ISBN 978-5-9275-0873-0. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/556192> (дата обращения: 29.10.2020). - 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: 25.03.2021). - Текст : электронный.
3. Салех Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения: учебное пособие: В 2 томах Том 1 / Б. Салех, М.К. Тейх, В.Л. Дербов. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 760 с. - ISBN 978-5-91559-038-9. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/408129> (дата обращения: 29.10.2020). - Текст : электронный.
4. Минаев В. П. Лазерные медицинские системы и медицинские технологии на их основе : учебное пособие / В. П. Минаев. - 4-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный : Интеллект, 2020. - 360 с. - ISBN 978-5-91559-280-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1238965> (дата обращения: 25.03.2021). - Текст : электронный.

**Дополнительная 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 : <http://znanium.com/catalog/product/167506> (дата обращения: 29.10.2020). - Текст : электронный.
2. Бакланов Е.В. Основы лазерной физики : учебник / Е.В. Бакланов. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 131 с. - ISBN 978-5-7782-1606-8. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/546166> (дата обращения: 29.10.2020). - Текст : электронный.
3. Твердохлеб П.Е. Трехмерная лазерная модификация объемных светочувствительных материалов : монография / П.Е. Твердохлеб. - Новосибирск : СО РАН, 2012. - 353 с. - ISBN 978-5-7692-1245-1. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/925006> (дата обращения: 29.10.2020). - Текст : электронный.
4. Ильин А. А. Покрытия различного назначения для металлических материалов : учебное пособие / А.А. Ильин, Г.Б. Строганов, С.В. Скворцова. - Москва : Альфа М : ИНФРА-М, 2019. - 144 с. - (Современные технологии : Магистратура). - ISBN 978-5-98281-355-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008363> (дата обращения: 25.03.2021). - Текст : электронный.
5. Лепешев А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов : монография / А. А. Лепешев, А. В. Ушаков, И. В. Карпов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 328 с. - ISBN 978-5-7638-2502-2. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/442144> (дата обращения: 29.10.2020). - Текст : электронный.
6. Бертолотти М. История лазера : монография / М. Бертолотти ; пер. с англ. П.Г. Крюкова. - 2-е изд. - Долгопрудный : Интеллект, 2015. - 336 с. - ISBN 978-5-91559-183-6. - URL : <http://znanium.com/catalog/product/500630> (дата обращения: 29.10.2020). - Текст : электронный.
7. Райзер Ю.П. Физика газового разряда : учебное пособие / Ю.П. Райзер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Долгопрудный : Интеллект, 2009. - 736 с. - ISBN 978-5-91559-019-8. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/210610> (дата обращения: 29.10.2020). - Текст : электронный.
8. Пойзнер Б. Н. Физические основы лазерной техники : учебное пособие / Б.Н. Пойзнер. - 2-е изд., доп. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 160 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-012817-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214884> (дата обращения: 25.03.2021). - Текст : электронный.



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.03 Концентрированные потоки энергии и физические основы их генерации

**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.