

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

Спецтехнологии и оборудование размерной обработки материалов

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), ATGabdrahmanov@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-20	Готов отработке новых наноструктурированных PVD-покрытий
ПК-3	Способен обрабатывать результаты экспериментов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- виды новых наноструктурированных PVD-покрытий;
- способы обработки результатов экспериментов.

Должен уметь:

- осуществлять отработку новых наноструктурированных PVD-покрытий;
- обрабатывать результаты экспериментов.

Должен владеть:

- Готовностью в отработке новых наноструктурированных PVD-покрытий;
- Способностью обрабатывать результаты экспериментов.

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.ДВ.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 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 - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 216 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре; экзамен в 7 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. Электроэрозионная обработка	6	9	0	9	54

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Электрохимическая обработка	6	9	0	9	54
3.	Тема 3. Устройства для создания и измерения вакуума	7	9	0	9	54
4.	Тема 4. Нанесение покрытий в вакууме.	7	9	0	9	54
	Итого		36	0	36	216

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Электроэрозионная обработка

Общее описание процесса электроэрозионной обработки (ЭЭО). Основы теории процесса. Основные закономерности. Технологические основы ЭЭО. Технологические показатели. Область технологического использования. Инструменты и рабочие среды для ЭЭО. Оборудование для ЭЭО. Типовые технологические процессы ЭЭО.

### Тема 2. Электрохимическая обработка

Основы теории электрохимических процессов. Основные закономерности. Технологические основы гальваники. Общее описание процесса размерной электрохимической обработки (РЭХО). Технологические основы РЭХО. Технологические показатели. Область технологического использования. Инструменты и рабочие среды для РЭХО. Оборудование для РЭХО. Типовые технологические процессы РЭХО.

### Тема 3. Устройства для создания и измерения вакуума

Вакуумные насосы и их классификация. Основные характеристики вакуумных насосов. Вращательные насосы. Принцип газового балласта. Рабочие жидкости вакуумных насосов. Сервисное оборудование вакуумных насосов. Диффузионные и бустерные насосы. Рабочие жидкости для пароструйных насосов. Сервисное оборудование пароструйных насосов. Турбомолекулярные насосы. Адсорбционные насосы. Основные характеристики сорбентов, их сравнительный анализ. Криоконденсационные вакуумные насосы. Процессы конденсации на криопанели. Криозахват и криосорбция. Магнитно-разрядные вакуум-насосы. Виды ионной откачки газов. Ионно-геттерные насосы. Виды испарителей. Классификация вакуумных манометров для измерения давления газа. Принцип их действия. Влияние рода газа. Методы автоматического регулирования откачных параметров вакуумных систем с помощью манометрических датчиков. Оценка точности измерения давлений. Практические рекомендации по выбору метода измерения и расположения датчиков в вакуумной системе.

### Тема 4. Нанесение покрытий в вакууме.

Классификация основных методов нанесения покрытий с помощью низкотемпературной плазмы. Общие черты и особенности этих методов. Структура, цели и задачи настоящего курса. Методы нанесения покрытий ассистированной плазмой химическим газофазным осаждением. Активируемое лазером или электронным пучком химическое газофазное осаждение покрытий. Фотохимическое газофазное осаждение покрытий. Нанесение покрытий с использованием процесса испарения. Нанесение покрытий с использованием процесса распыления. Комбинированные методы нанесения покрытий. Метод ионного осаждения. Ионно-ассистированное осаждение покрытий. Ионизированное кластерно-лучевое нанесение покрытий. Вакуумные технологические установки для нанесения покрытий. Виды покрытий и их свойства. Особенности их нанесения.

## 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 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Реферат	ПК-20	1. Электроэрозионная обработка 2. Электрохимическая обработка
2	Устный опрос	ПК-3	1. Электроэрозионная обработка
3	Письменная работа	ПК-20	2. Электрохимическая обработка
	<b>Зачет</b>	ПК-20, ПК-3	
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменное домашнее задание	ПК-20	3. Устройства для создания и измерения вакуума 4. Нанесение покрытий в вакууме.
2	Реферат	ПК-20	3. Устройства для создания и измерения вакуума
3	Устный опрос	ПК-3	3. Устройства для создания и измерения вакуума 4. Нанесение покрытий в вакууме.
	<b>Экзамен</b>	ПК-20, ПК-3	

### 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 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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.	2
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.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		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 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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.	1



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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
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.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

**Семестр 6**

**Текущий контроль**

## **1. Реферат**

Темы 1, 2

1. Классификация специальных методов обработки материалов.
2. Исторические аспекты разработки специальных методов обработки.
3. Область рационального применения специальных методов обработки.
4. Основы безопасной работы с лазерами.
5. Проектирование технологического процесса.
6. Описание процесса электроэрозионной обработки.
7. Технологические основы ЭЭО.
8. Инструменты и рабочие среды для ЭЭО.
9. Оборудование для ЭЭО.
10. Проектирование технологического процесса ЭЭО.

## **2. Устный опрос**

Тема 1

1. Физико-химические основы и технологические схемы анодно-механической обработки.,
2. Физико-химические основы и технологические схемы анодно-абразивной обработки.
3. Физико-химические основы и технологические схемы электроэрозионно-электрохимической обработки.
4. Магнитно-абразивная обработка.
5. Конструкция инструмента и расчет рабочей части катода-инструмента для РЭХО.
6. Электроннолучевая размерная обработка.
7. Светолучевая размерная обработка.
8. Плазменная обработка.
9. Порядок проектирования технологического процесса УЗО.
10. Методы измерения и контроля основных рабочих параметров плазмотрона.

## **3. Письменная работа**

Тема 2

1. Основные закономерности РЭХО.
2. Общее описание процесса РЭХО.
3. Технологические основы РЭХО.
4. Инструменты и рабочие среды для РЭХО.
5. Оборудование для РЭХО.
6. Область технологического использования УЗО.
7. Оборудование для УЗО.
8. Типовые технологические процессы УЗО.
9. Ультразвуковая очистка поверхностей.
10. Технология ультразвукового поверхностного пластического деформирования.

## **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Физико-химические основы схемы анодно-механической обработки.
2. Физико-химические основы схемы анодно-абразивной обработки.
3. Физико-химические основы схемы электроэрозионно-электрохимической обработки.
4. Технологические основы анодно-механической обработки.
5. Технологические основы анодно-абразивной обработки.
6. Технологические основы электроэрозионно-электрохимической обработки.
7. Магнитно-абразивная обработка.
8. Электроннолучевая размерная обработка.
9. Физические основы электроннолучевой обработки.
10. Получение свободных электронов.
11. Ускорение электронов.
12. Управление электронным лучом.
13. Взаимодействие электронного луча с веществом.
14. Локальный переплав электронным лучом.
15. Электроннолучевая плавка.
16. Электроннолучевая сварка.
17. Электроннолучевое испарение материала.
18. Размерная обработка электронным лучом.
19. Электроннолучевая термообработка.
20. Основные технологические процессы электроннолучевой обработки.
21. Светолучевая размерная обработка.
22. Физические основы получения и применения светолучевых источников энергии.
23. Полихроматический свет и его использование для технологических целей.



24. Технология светолучевой обработки материалов.
25. Плазменная обработка.
26. Основные физические характеристики и свойства плазмы.
27. Технология плазменной обработки.
28. Электровзрывная обработка материалов.
29. Физика процесса электровзрывной обработки.
30. Схема электровзрывной обработки.

## **Семестр 7**

### **Текущий контроль**

#### **1. Письменное домашнее задание**

Темы 3, 4

1. Энергия взаимодействия
2. Время адсорбции
3. Конденсация и испарение
4. Адсорбция газов и паров
5. Растворимость газов в твердых телах
6. Степени покрытия поверхности
7. Перенос теплоты в вакууме
8. Электрические явления в вакууме
9. Диффузия в газах
10. Режимы течения газов

#### **2. Реферат**

Тема 3

1. Конструкционные вакуумные материалы
2. Вакуумно-герметичная пайка
3. Сварные герметичные соединения
4. Разборные вакуумные соединения
5. Вакуумные трубопроводы
6. Устройства для передачи движения в вакуум
7. Электрические вакуумные вводы
8. Вакуумные затворы
9. Расчет времени откачки сосредоточенных объектов
10. Расчет времени откачки распределенных вакуумных объектов

#### **3. Устный опрос**

Темы 3, 4

1. Классификация методов и приборов для измерения общих давлений
2. Деформационные преобразователи
3. Гидростатические преобразователи
4. Тепловые преобразователи
5. Электронные преобразователи
6. Магнитные преобразователи
7. Радиоизотопные преобразователи
8. Градуировка преобразователей для измерения общих давлений
9. Магнитный газоанализатор
10. Панорамный газоанализатор

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Понятие о вакууме и давлении. Понятие о степенях вакуума.
2. Общая характеристика вакуумных насосов. Основные уравнения вакуумной техники.
3. Объемная откачка механическо-вакуумные насосы. Жидкостно-кольцевые насосы.
4. Объемная откачка механическо-вакуумные насосы. Пластинчато-роторные насосы.
5. Объемная откачка механическо-вакуумные насосы. Пластинчато-статорные насосы.
6. Объемная откачка механическо-вакуумные насосы. Золотниковые насосы.
7. Пароструйная откачка. Эжекторные насосы.
8. Пароструйная откачка. Диффузионные насосы.
9. Молекулярная откачка. Конструкция молекулярных насосов.
10. Физико-химические методы получения вакуума. Ионная откачка.
11. Физико-химические методы получения вакуума. Хемосорбционная откачка.
12. Физико-химические методы получения вакуума. Испарительные насосы.
13. Физико-химические методы получения вакуума. Криогенные насосы.
14. Физико-химические методы получения вакуума. Ионно-сорбционные насосы.

15. Вакуумное напыление. Сущность процесса вакуумного напыления.
16. Вакуумное напыление. Термическое вакуумное напыление. Схема рабочей камеры установки термического напыления.
17. Вакуумное напыление. Основные параметры влияющие на процесс термического вакуумного напыления.
18. Вакуумное напыление. Испарение электронным лучом.
19. Вакуумное напыление. Испарение лазерным лучом.
20. Вакуумное напыление. Испарение вакуумной дугой.
21. Физико-химические основы схемы анодно-механической обработки.
22. Физико-химические основы схемы анодно-абразивной обработки.
23. Физико-химические основы схемы электроэрозионно-электрохимической обработки.
24. Технологические схемы анодно-механической обработки.
25. Технологические схемы анодно-абразивной обработки.
26. Технологические схемы электроэрозионно-электрохимической обработки.
27. Магнитно-абразивная обработка.
28. Электроннолучевая размерная обработка.
29. Физические основы электроннолучевой обработки.
30. Получение свободных электронов.
31. Ускорение электронов.
32. Управление электронным лучом.
33. Взаимодействие электронного луча с веществом.
34. Локальный переплав электронным лучом.
35. Электроннолучевая плавка.
36. Электроннолучевая сварка.
37. Электроннолучевое испарение материала.
38. Размерная обработка электронным лучом.
39. Электроннолучевая термообработка.
40. Основные технологические процессы электроннолучевой обработки.
41. Светолучевая размерная обработка.
42. Физические основы получения и применения светолучевых источников энергии.
43. Полихроматический свет и его использование для технологических целей.
44. Технология светолучевой обработки материалов.
45. Плазменная обработка.
46. Основные физические характеристики и свойства плазмы.
47. Технология плазменной обработки.
48. Электровзрывная обработка материалов.
49. Физика процесса электровзрывной обработки.
50. Схема электровзрывной обработки.

#### **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 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

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.	1	15
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.	2	20
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.	3	15
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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.	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
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.	3	20
<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

## 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.
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.
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".

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	Студент должен подготовиться на заданный преподавателем вопрос или тему, затем ответить в устной форме. Оценка данного текущего контроля будет оцениваться на сколько студент ответил полным на данный вопрос или тему. Устный опрос преподаватель может провести на любом из лекционных занятий с целью определения степени освоения студентом пройденной 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.
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.
зачет	Готовиться к зачету необходимо последовательно, с учетом зачетных вопросов, разработанных ведущим преподавателем кафедры. При подготовке к зачету студент должен изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на практических занятиях, а также составить письменные или устные ответы на все вопросы, вынесенные на зачет. При проведении зачета с применением дистанционных образовательных технологий обучающиеся проходят проверку знаний в платформах и ресурсах Microsoft Teams или в Виртуальной аудитории (сайт КФУ). Для проверки остаточных знаний студентов проводится тестирование или раздача билетов.
письменное домашнее задание	Письменное домашнее задание студенты готовят индивидуально, она является домашним заданием. К указанному сроку студенты должны подготовить доклад, презентацию и защитить ее устным докладом. Презентация должна содержать картинки, схемы, формулы и текстовые материалы необходимое для объяснения темы. После доклада студенты и преподаватель задают вопросы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:-в команде "Microsoft Teams".
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 дается 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.ДВ.02.01 Спецтехнологии и оборудование размерной  
обработки материалов

**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 В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: учебное пособие / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, Новое знание, 2016. - 235 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011746-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/542473> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.
2. Крюков П. Г. Лазеры ультракоротких импульсов и их применения: учебное пособие / П. Г. Крюков. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 248 с. - ISBN 978-5-91559-091-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/365088> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.
3. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие / И.С. Иванов. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 198 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006705-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959399> (дата обращения: 26.03.2021). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Киселев М. Г. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: учебное пособие / М. Г. Киселев, Ж. А. Мрочек, А. В. Дроздов. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, Новое знание, 2014. - 389 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-985-475-624-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441209> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.
2. Реутов А. Т. Физика лазеров. Часть 2 : учебное пособие. Ч. 2. Основы теории лазеров / А. Т. Реутов. - Москва : Издательство РУДН, 2011. - 93 с. - ISBN 978-5-209-03654-8. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209036548.html> (дата обращения: 10.2020). - Текст : электронный.
3. 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: <https://znanium.com/catalog/product/500630> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.
4. 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: 26.03.2021). - Текст : электронный.
5. Лепешев А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокompозитов: 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: 30.10.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.02.01 Спецтехнологии и оборудование размерной  
обработки материалов

**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.