

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



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Высокоэффективные электротехнологические установки и процессы Б1.В.04

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Рахимов Р.Р.

**Рецензент(ы):** Галиакбаров А.Т.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

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

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

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-16	Способен изготовлению изделий и проведению контроля на рабочем месте в условиях производства с применением электрохимических и электрофизических методов обработки
ПК-17	Способен конструкторской и технологической подготовке производства изделия с применением электрохимических и электрофизических методов обработки

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

современные достижения науки и передовые технологии производства; технологию изготовления элементов машин на базе научного подхода к выбору методов обработки материалов; источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по технологии изготовления основных элементов энергетических машин.

Должен уметь:

осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые методы обработки; анализировать информацию о новых технологиях изготовления основных элементов машин; применять полученную информацию при проектировании технологии изготовления элементов машин.

Должен владеть:

навыками дискуссии по профессиональной тематике; терминологией в области основ технологии машин; навыками поиска информации о физических основах специальных методов обработки материалов; информацией о технических параметрах технологического оборудования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.04 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 5 курсе в 9, 10 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 - 28 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 10 часа(ов), лабораторные работы - 4 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 283 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 13 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 9 семестре; экзамен в 10 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	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение.	9	2	1	0	25
2.	Тема 2. Электрохимические и электрофизические установки. Электроэрозионная обработка.	9	2	2	0	40
3.	Тема 3. Электрохимическая обработка. Электролизная и электрохимико-механические обработки.	9	2	1	0	40
4.	Тема 4. Электромеханические установки. Ультразвуковая обработка	9	2	1	0	30
5.	Тема 5. Лучевые методы размерной обработки. Комбинированные методы обработки	9	2	1	0	25
7.	Тема 7. Электротермические установки. Методы термической обработки электротермическими установками.	10	2	2	2	60
8.	Тема 8. Индукционный и дуговой нагрев. Классификация специальных методов обработки материалов. Исторические аспекты разработки специальных методов обработки. Область их рационального применения. Исторические аспекты начала применения дуги. Первичное применение индукционного нагрева. Создание дуговых и высокочастотных плазмотронов. История развития лазеров.	10	2	2	2	63

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение.

Тема 8. Индукционный и дуговой нагрев. Классификация специальных методов обработки материалов. Исторические аспекты разработки специальных методов обработки. Область их рационального применения. Исторические аспекты начала применения дуги. Первичное применение индукционного нагрева. Создание дуговых и высокочастотных плазмотронов. История развития лазеров.

##### Тема 2. Электрохимические и электрофизические установки. 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 3. Электрохимическая обработка. Электролизная и электрохимико-механические обработки.

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 4. Электромеханические установки. Ультразвуковая обработка

##### Тема 4. Электромеханические установки. Ультразвуковая обработка

Общее описание процесса ультразвуковой обработки (УЗО). Основы теории процесса. Технологические основы УЗО. Область технологического использования. Оборудование для УЗО. Типовые технологические процессы УЗО. Ультразвуковая очистка поверхностей. Технология ультразвукового поверхностного пластического деформирования.

##### Тема 5. Лучевые методы размерной обработки. Комбинированные методы обработки

Разновидности электроэрозионной обработки и ее оборудование. Физико-химические основы и технологические схемы анодно-механической, анодно-абразивная, электроэрозионно-электрохимической. Магнитно-абразивная обработка. Электроконтактная обработка. Технологические схемы.

Электрохимико-механическая обработка в электролитах. Анодно-абразивная обработка. Анодно механическая обработка. Электроннолучевая размерная обработка. Конструкция установок электроннолучевой обработки.

Источники питания установок электроннолучевой обработки. Отклоняющие системы. Светолучевая размерная обработка. Физические основы передачи энергии световым лучом. Виды лазеров и особенности конструкции.

Получение управляемого излучения в газовых, твердотельных и оптоволоконных лазерах.

##### Тема 7. Электротермические установки. Методы термической обработки электротермическими установками.

Электровзрывная и магнитоимпульсная обработка материалов. Общее описание процессов. Основы теории процессов. Оборудование для процессов импульсной обработки. Типовые технологические процессы. Физико-химические основы схемы анодно-механической обработки. Физико-химические основы схемы анодно-абразивной обработки. Физико-химические основы схемы электроэрозионно-электрохимической обработки.

### **Тема 8. Индукционный и дуговой нагрев.**

Установки индукционного нагрева. Особенности индукционного нагрева. Особенности дугового нагрева. Физические основы индукционного нагрева. Поверхностный эффект. Эффект близости. Кольцевой эффект и эффект паза. Энергетические показатели установок индукционного нагрева. Схемы индукционного нагрева. Классификация индукционных и диэлектрических установок. Схемы диэлектрического нагрева. Индукционные печи. Введение в теорию дугового нагрева. Дуговые сталеплавильные печи. Дуговая печь переменного тока. Дуговые печи прямого действия. Дуговые печи косвенного действия. Электрооборудование печей. Дуговая печь постоянного тока. Электрические печи с дуговым нагревом и нагревом сопротивлением. Рудотермические печи. Электрические печи с дуговым нагревом и нагревом сопротивлением. Электрошлаковые печи. Дуговые вакуумные печи. Дуговая плазменная печь

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 9</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Письменное домашнее задание	ПК-17, ПК-16	1. Введение.
2	Проверка практических навыков	ПК-17, ПК-16	2. Электрохимические и электрофизические установки. Электроэрозионная обработка. 3. Электрохимическая обработка. Электролизная и электрохимико-механические обработки.
3	Реферат	ПК-17, ПК-16	2. Электрохимические и электрофизические установки. Электроэрозионная обработка. 4. Электромеханические установки. Ультразвуковая обработка
	<b>Зачет</b>	ПК-16, ПК-17	
<b>Семестр 10</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Проверка практических навыков	ПК-16, ПК-17	7. Электротермические установки. Методы термической обработки электротермическими установками. 8. Индукционный и дуговой нагрев.
2	Лабораторные работы	ПК-16, ПК-17	7. Электротермические установки. Методы термической обработки электротермическими установками. 8. Индукционный и дуговой нагрев.
3	Контрольная работа	ПК-16, ПК-17	7. Электротермические установки. Методы термической обработки электротермическими установками. 8. Индукционный и дуговой нагрев.
	<b>Экзамен</b>	ПК-16, ПК-17	

## 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 9</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. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Проверка практических навыков	Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	2

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.	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 10</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Проверка практических навыков	Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<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.	

**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 9**

**Текущий контроль**

**1. Письменное домашнее задание**

Тема 1

Презентация по темам:

Тема 1. Введение.

1. Электротермические установки.
2. Электрохимические и электрофизические установки.
3. Электромеханические установки.
4. Электротехнологические установки с тлеющим разрядом.
5. Ионно-плазменные установки.
6. Плазмотроны.
7. Трехфазные и высокочастотные плазмотроны.
8. Лазеры.
9. Виды лазеров и отличия.
10. Индукционный нагрев.

**2. Проверка практических навыков**

Темы 2, 3

Техническое задание ♦1.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - сталь 4X5B2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.
2. Определить режим обработки.
3. Рассчитать межэлектродные промежутки.



Техническое задание ♦2.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 3Х2В8 Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦3.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦4.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦5.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦6.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦7.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦8.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦9.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦10.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦11.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦12.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦13.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦14.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 4Х5В2ФС Напряжение  $U=13$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦15.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - сталь 09Х17Т.

Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦16.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 12X17 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦17.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 08X13 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦18.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 20X13 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦19.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 30X13 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦20.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 07X16H6 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦21.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 03X18H11 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦22.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 08X18H10 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦23.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 08X18H10T Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦24.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 03X18H11 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦25.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 08X17H13M2T Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦26.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 03X17H14M3 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦27.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 03X17H14M3 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦28.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 08X18H10 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦29.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 8X18H10T Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{\text{ту}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.

2. Определить режим обработки.

3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

Техническое задание ♦30.

Расчет профиля электрода-инструмента.

Исходные данные: материал обрабатываемой детали - 20Х23Н13 Напряжение  $U=14$  В

Торцевой установившийся зазор  $a_{т\text{у}}=0.35$  мм Электролит - 20 % водный раствор  $\text{NaNO}_3$  Температура электролита  $T=25^\circ\text{C}$

1. Определить форму и размеры рабочего профиля катода-инструмента для электрохимической обработки полости, представленной в сечении на рисунке 1.
2. Определить режим обработки.
3. Рассчитать межэлектродные промежутки.

### 3. Реферат

Темы 2, 4

1. Электрохимические установки.
2. Электролиты применяемые в технологических процессах.
3. Электрофизические установки.
4. Электроэрозионная обработка.
5. Виды инструментов электроэрозионной обработки.
6. Электромеханические установки.
7. Применение электромеханических установок в промышленности.
8. Ультразвуковая обработка.
9. Инструменты ультразвуковой обработки.
10. Применение ультразвука в промышленности.

### 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 схемы анодно-механической обработки.
5. Технологические схемы анодно-абразивной обработки.
6. Технологические схемы 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.
31. Получение неразъемных соединений электрогидравлическим способом.
32. Дробление материалов электрогидравлическим способом.
33. Изменение свойств поверхности электрогидравлическим способом.
34. Магнитоимпульсная обработка материалов.
35. Физика процесса магнитоимпульсной обработки.
36. Общее описание процессов.
37. Основы теории процессов.
38. Оборудование для процессов импульсной обработки.
39. Типовые технологические процессы.
40. Магнитно-абразивная обработка.

41. Разновидности магнитно ? абразивной обработки.
42. Магнитно-электрическое шлифование.
43. Комбинированные методы обработки материалов.
44. Технологические показатели комбинированных методов обработки.
45. Качество поверхности при комбинированной обработке.
46. Производительность комбинированной обработки.
47. Режимы комбинированной обработки.
48. Введение в теорию обработки ППД.
49. Статические методы ППД.
50. Динамические методы ППД.

## **Семестр 10**

### **Текущий контроль**

#### **1. Проверка практических навыков**

Темы 7, 8

1. Тепловой расчет электрических печей сопротивления.
2. Расчет и выбор нагревательных элементов печи сопротивления.
3. Расчет дуговых сталеплавильных печей.
4. Расчет магнитопровода
5. Расчет обмоток сварочного трансформатора.
6. Расчет необходимой мощности для сварки электрической дугой переменного тока.
7. Расчет необходимой мощности для сварки электрической дугой постоянного тока.
8. Расчет необходимой мощности для наплавки электрической дугой и лазерным излучением.
9. Расчет необходимой мощности для наплавки плазменной струей и электрической дугой.
10. Расчет необходимой мощности для наплавки лазерным излучением и плазменным подогревом.

#### **2. Лабораторные работы**

Темы 7, 8

1. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПЕЧЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ
2. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕЧЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ
3. ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫХ УСТАНОВОК
4. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫХ УСТАНОВОК
5. ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОПРОВОДА ДУГОВЫХ ПЕЧЕЙ
6. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ
7. СНЯТИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВЫХ КРЕМНИЕВЫХ ДИОДОВ
8. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ УСТАНОВОК
9. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПЛАЗМЕННЫХ УСТАНОВОК
10. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ.

#### **3. Контрольная работа**

Темы 7, 8

1. Тепловой расчет электрических печей сопротивления.
2. Расчет и выбор нагревательных элементов печи сопротивления.
3. Расчет дуговых сталеплавильных печей.
4. Расчет магнитопровода и
5. Расчет обмоток сварочного трансформатора.
6. Расчет необходимой мощности для сварки электрической дугой переменного тока.
7. Расчет необходимой мощности для сварки электрической дугой постоянного тока.
8. Расчет необходимой мощности для наплавки электрической дугой.
9. Расчет необходимой мощности для наплавки плазменной струей.
10. Расчет необходимой мощности для наплавки лазерным излучением.

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Электрошлаковая сварка.
2. Дуговые сталеплавильные печи.
3. Дуговая печь переменного тока.
4. Дуговые печи прямого действия.
5. Дуговые печи косвенного действия.
6. Электрооборудование печей.
7. Режимы работы дуговых сталеплавильных печей.
8. Дуговая печь постоянного тока.

9. Дуговая печь постоянного тока с кристаллизатором.
10. Электрические печи с дуговым нагревом и нагревом сопротивлением. Рудотермические печи.
11. Электрические печи с дуговым нагревом и нагревом сопротивлением. Электрошлаковые печи.
12. Дуговые вакуумные печи.
13. Дуговая плазменная печь.
14. Схема плазменной печи с керамическим тиглем.
15. Электродуговой плазмотрон.
16. Установки плазменного распыления.
17. Установки плазменной наплавки.
18. Электроэрозионная обработка материалов.
19. Физические основы электроэрозионной обработки материалов.
20. Параметры импульсных разрядов.
21. Генераторы импульсов. Схемы импульсных релаксационных генераторов.
22. Разновидности электроэрозионной обработки и ее оборудование.
23. Электроконтактная обработка. Технологические схемы.
24. Электрохимико-механическая обработка в электролитах.
25. Технологические схемы Анодно-абразивная обработка.
26. Технологические схемы Анодно механическая обработка.
27. Физико-химические основы схемы анодно-механической обработки.
28. Физико-химические основы схемы анодно-абразивной обработки.
29. Физико-химические основы схемы электроэрозионно-электрохимической обработки.
30. Установки индукционного нагрева.
31. Физические основы индукционного нагрева. Поверхностный эффект.
32. Физические основы индукционного нагрева. Эффект близости.
33. Физические основы индукционного нагрева. Кольцевой эффект и эффект паза.
34. Установки индукционного нагрева. Энергетические показатели.
35. Схемы индукционного нагрева.
36. Классификация индукционных и диэлектрических установок.
37. Области применения индукционных и диэлектрических установок.
38. Физические основы диэлектрического нагрева.
39. Схемы диэлектрического нагрева.
40. Индукционная тигельная печь
41. Индукционная канальная печь
42. Ультразвуковые установки
43. Электрофильтр.
44. Установки для окраски изделия в электростатическом поле.
45. Электродвигательные установки.
46. Электроннолучевые промышленные установки.
47. Электронно- лучевая установка для переплавки металла.
48. Электронно- лучевые плавильные печи капельного переплава.
49. Электронно- лучевые плавильные печи промежуточной емкостью.
50. Физические основы электроннолучевой обработки.
51. Получение свободных электронов. Ускорение электронов. Управление электронным лучом.
52. Установки ионной обработки.
53. Светолучевая размерная обработка

#### **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 9</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	25
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	2	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.	3	10
<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 10</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	1	15
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	20
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
<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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Иванов В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: учебное пособие / Иванов В.П., Крыленко А.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. - 235 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011746-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/542473>.



2. Лазеры ультркоротких импульсов и их применения: Учебное пособие / П.Г. Крюков. - Долгопрудный:Интеллект, 2012. - 248 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91559-091-4 -Режим доступа:<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365088>.
3. Серебеницкий П.П. Современные электроэрозионные технологии и оборудование [Электронный ресурс] :учебное пособие / П.П. Серебеницкий. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. -352 с. - Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/8875>.
4. Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.С. Волков. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 396 с. - Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/75505>.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Физика лазеров. Часть 2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Ч. 2. Основы теории лазеров / А. Т. Реутов. - М. : Издательство РУДН, 2011. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209036548.html>
2. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: Учебное пособие / И.С. Иванов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 198 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006705-6, 300 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=405031>.
3. Лепешев, А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нано-композитов[Электронный ресурс] / А. А. Лепешев, А. В. Ушаков, И. В. Карпов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 328 с. -ISBN 978-5-7638-2502-2. - Режим доступа:<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442144>

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

- ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>  
ЭБС ZNANIUM.COM (НИЦ ИНФРА-М) - <http://znanium.com/>  
ЭБС Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.
практические занятия	Во время практических занятий студенты решают типовые задачи по методическим указаниям для практических задач. Решение задач проходит индивидуально, за каждую решенную задачу студенту присваивается бал. Количество баллов зависит от количества решенных задач за семестр. При подготовке к практическим занятиям студент должен придерживаться следующей технологии: 1. внимательно изучить основные вопросы темы и план практического занятия, определить место темы занятия в общем содержании, ее связь с другими темами; 2. найти и проработать соответствующие разделы в рекомендованных нормативных документах, учебниках и дополнительной литературе; 3. после ознакомления с теоретическим материалом ответить на вопросы для самопроверки;
лабораторные работы	Лабораторные занятия имеют целью углубление и закрепление теоретических знаний, развитие навыков самостоятельного экспериментирования. В ходе лабораторного занятия студенты под руководством преподавателя лично проводят натурные или имитационные эксперименты с целью проверки и подтверждения отдельных теоретических положений учебной дисциплины, приобретают практические навыки работы с вычислительной техникой, овладевают методикой экспериментальных исследований в конкретной предметной области.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации. Самостоятельные работы студентов заключаются в изучении лекционного материала, подготовка к устному опросу, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка доклада и презентации и реферата по темам выданным преподавателем. При подготовке занятиям, студент должен ознакомиться не только с основной, но и дополнительной литературой, а также с последними публикациями по этой тематике в сети Интернет. Необходимо подготовить текст доклада и иллюстративный материал в виде презентации.
письменное домашнее задание	Письменное домашнее задание студенты готовят индивидуально, является домашним заданием. К указанному сроку студенты должны подготовить презентацию, доклад и защита презентации устным докладом. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
проверка практических навыков	Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе, затем выполнить самостоятельные задания, при необходимости обращаясь к дополнительной литературе и примерам задач решенных в практических занятиях.
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.
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.
контрольная работа	Структура контрольной работы: - титульный лист, - содержание контрольной работы, - основная часть контрольной работы, - выводы по работе, - список использованной литературы. Объем контрольной работы до 15 страниц машинописного текста через 1.5 интервала. В контрольной работе должно быть отражено умение систематизировать, анализировать, обобщать, делать выводы и связывать теоретические знания с практикой. В контрольной работе должны активно использоваться не менее 3 источников.
экзамен	Готовиться к экзамену необходимо последовательно, с учетом экзаменационных вопросов, разработанных ведущим преподавателем кафедры. При подготовке к экзамену студент должен повторно 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 экзамен.

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

Освоение дисциплины "Высокоэффективные электротехнологические установки и процессы" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian  
 Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian  
 Браузер Mozilla Firefox  
 Браузер Google Chrome  
 Adobe Reader XI

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

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

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

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

Освоение дисциплины "Высокоэффективные электротехнологические установки и процессы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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

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

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

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

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

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