Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 12:26:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

# Рабочая программа дисциплины

## «Электрохимические и электрофизические методы обработки»

Направление подготовки

**15.03.05**

**Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

Профиль подготовки (специализация)

**«Компьютерное проектирование оборудования и производств»**

Квалификация выпускника

бакалавр

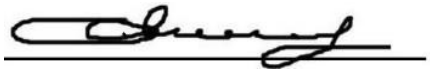
Форма обучения

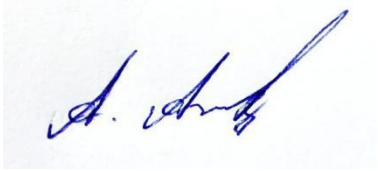
**Очная**

Москва - 2025г

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО
и учебным планом по направлению подготовки
15.03.05 Профиль подготовки (специализация):
«Компьютерное проектирование оборудования и производств»

**Программу составил:**

доцент, к.т.н. Овсянников Б.Л. 

**Согласовано:**
И.о. заведующий кафедрой «Технологии и оборудование машиностроения»,
к.т.н., доцент  /А.В. Александров/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты изучения дисциплины ..... 4
2. Местодисциплины в структуре ООП бакалавриата в профессиональном цикле (вариативная часть) 4
3. Структура и содержание дисциплины ..... 4
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 8
6. Методические рекомендации ..... 10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 11
7. Фонд оценочных средств ..... 11
ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе ..... 20
Тематика лабораторных работ. ..... 26

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты изучения дисциплины

Дисциплина «Электрохимические и электрофизические методы обработки» предназначена для подготовки специалистов к научно-исследовательской деятельности при компьютерном проектировании оборудования и производств.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с основными видами электрохимических и электрофизических (ЭХЭФ) методов обработки (МО) материалов;
- дать студентам знания и навыки применения ЭХЭФ технологий обработки материалов;
-показать студентам основные принципы выбора и обоснования необходимости применения того или иного ЭХЭФМО деталей;
- научить студентов анализировать технико-экономические показатели выбранного метода ЭХЭФМО.

Обучение дисциплине «Электрохимические и электрофизические методы обработки» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК - 5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда. | ИОПК-5.1. Знает основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда ИОПК-5.2. Использует основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда ИОПК-5.3. Владеет навыками изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата в профессиональном цикле (вариативная часть)

Дисциплина относится к обязательной части образовательного цикла (Б1.1.26)

Дисциплина связана логически содержательно и методологически со следующими дисциплинами:

– Физика (Б1.1.3.33);

– Основы технологии производства (Б1.1.22);

– Технология машиностроения (Б1.2.5)

## 3. Структура и содержание дисциплины

Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | 5 семестр |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **54** | | 54 |
| | В том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 18 | | 18 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 18 | | 18 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **54** | | 54 |
| | В том числе: | | | |
| 2.1 | Самостоятельное изучение тер. матер. | | | 18 |
| 2.2 | Решение задач | | | 18 |
| 2.3 | Работа в компьютерном классе | | | 18 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | | |
| 3.1 | Зачет/экзамен | | | зачёт |
| | **Итого** | | | 108 |

## Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

**Пример оформления Приложения 1**

***Полностью тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.***

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | **Раздел 1. Основные понятия и определения курса.** | | **2** | **2** | | | **4** |
| | Тема 1.1 Обзор основных видов ЭХЭФМО, физических принципов, лежащих в их основе, и, основанных на них, теологических процессах обработки. | | 2 | 2 | | | 2 |
| **2** | **Раздел 2. Электрофизические методы обработки, использующие КПЭ.** | | **4** | **4** | | | **2** |
| | Тема 2.1. Обзор основных видов концентрированных потоков энергии (КПЭ), используемых в технологии и принципов их воздействия на конструкционные материалы. | | 2 | 2 | 6 | | 2 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Тема 2.2 Основные характеристики и области применения электроннолучевой обработки (ЭЛО) и лазерной обработки (ЛО) | | 2 | 2 | | | |
| **3** | **Раздел 3 Электроэрозионная обработка деталей (ЭЭО)** | | **4** | **4** | | | **4** |
| | Тема 3.1 Определение, общая характеристика, виды и области применения электроэрозионной обработки деталей (ЭЭО). | | 2 | 2 | 6 | | 2 |
| | Тема 3.2 Рабочие параметры ЭЭО и схемы установок, Электроэрозионное резание - характеристики, режимы, области применения, оборудование. Копировально-пршивочная ЭЭО - характеристики, режимы, области применения, оборудование. | | 2 | 2 | 6 | | |
| **4** | **Раздел 4 Электрохимическая обработка материалов (ЭХО).** | 4 | **4** | **4** | | | 4 |
| | Тема 4.1 Определение и виды ЭХО. История возникновения, сущность и варианты реализации ЭХРО материалов. | | **2** | **2** | | | |
| | Тема 4.2 Режимы ЭХРО. Скорость анодного растворения Основные проблемы реализации ЭХРО. | | **2** | **2** | | | |
| **5** | **Раздел 5 Ультразвуковая обработка (УЗО) материалов.** | | **4** | **4** | | | **6** |
| | Тема 5.1 Основные понятия УЗО, области применения ультразвука в технологии. Физические явления при получении и распространении ультразвука. | | **2** | **2** | | | |
| | Тема 5.2 Обзор УЗ технологий. Ультразвуковая абразивная резка, ультразвуковая сварка, ультразвуковая мойка, Другие применения УЗО. | | **2** | **2** | | | |
| | **Итого за семестр** | | **18** | **18** | **18** | | **36** |
| **…** | **…** | **…** | **…** | **…** | **…** | **…** | **…** |

3.2.1 Очная форма обучения

3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1 Основные понятия и определения курса**

Тема 1.1 Обзор основных видов ЭФЭХМО, физических принципов, лежащих в их основе, и, основанных на них, теологических процессах обработки. Классификация ЭФЭХМО. Разграничение электрофизических методов обработки на методы, основанные на воздействии концентрированных потоков энергии (КПЭ) на обрабатываемый материал, и методы, основанные на других принципах.

**Раздел 2 Электрофизические методы обработки, использующие КПЭ.**

Тема 2.1 Обзор основных видов концентрированных потоков энергии (КПЭ), используемых в технологии и принципов их воздействия на конструкционные материалы.

Тема 2.2 Основные характеристики и области применения электроннолучевой обработки (ЭЛО) и лазерной обработки (ЛО) Основные параметры электронного луча. Обзор технологических применений ЭЛ. Параметры ЭЛ при сварке, и при размерной обработке. Общая характеристика лазерных технологий. Частотные диапазоны излучения лазеров различных типов. Свойства и энергетические характеристики лазерного излучения. Фокусировка лазерного излучения. Принципы использования лазерного излучения для построения технологических процессов. Лазерная термообработка, закалка, отжиг. Лазерное поверхностное легирование. Лазерная сварка. Лазерная резка.

**Раздел 3 Электроэрозионная обработка деталей (ЭЭО)**

Тема 3.1 Определение, общая характеристика, виды и области применения электроэрозионной обработки деталей (ЭЭО). История изобретения ЭЭО. Физические, физико-механические и физико-химические явления при искровом разряде. ЭЭО как разновидность технологии КПЭ.

Тема 3.2 Рабочие параметры ЭЭО и схемы установок. Основные схемы генераторов импульсов для получения искровых разрядов. Электроэрозионное резание - характеристики, режимы, области применения, оборудование. Копировально-пршивочная ЭЭО - характеристики, режимы, области применения, оборудование. Системы управления процессом ЭЭО. Проектирование технологических операций ЭЭО. Электроискровое легирование металлических поверхностей.

**Раздел 4 Электрохимическая обработка материалов (ЭХО).**

Тема 4.1 Определение и виды ЭХО. История возникновения, сущность и варианты реализации ЭХРО материалов. Области применения ЭХРО. Электродные процессы при ЭХО и электролиты, применяемые при ЭХО. Химические реакции в электролите и на электродах. Распределение потенциала в межэлектродном пространстве.

Тема 4.2 Режимы ЭХРО. Скорость анодного растворения Основные проблемы реализации ЭХРО. Явление пассивации при ЭХРО и пути её преодоления. Точность ЭХРО. ЭХРО на постоянном токе. Имульсноциклическая и виброциклическая ЭХО, особенности, достоинства и недостатки, области применения. Управление процессом ЭХО. Оборудование для ЭХО.

**Раздел 5 Ультразвуковая обработка (УЗО) материалов.**

Тема 5.1 Основные понятия УЗО, области применения ультразвука в технологии. Физические явления при получении и распространении ультразвука. Магнитострикционный и пьезоэлектрический эффекты. Установки для получения ультразвука.

Тема 5.2 Обзор УЗ технологий. Ультразвуковая абразивная резка, виды, режимы, технологические характеристики и области применения. Ультразвуковая сварка, виды, режимы, технологические характеристики и области применения. Ультразвуковая мойка, физические основы, характеристики и области применения.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

### 3.4.1 Тематика семинарских/практических занятий

1. Обзор основных видов ЭХЭФМО, физических принципов, лежащих в их основе
2. Характеристики основных видов концентрированных потоков энергии (КПЭ), используемых в технологии и принципов их воздействия на конструкционные материалы

3. Примеры применения электроннолучевой обработки (ЭЛО) и лазерной обработки (ЛО)

4. Рабочие параметры и режимы ЭЭО

5. Электроэрозионное резание - характеристики, режимы, примеры технологии изготовления деталей

6. Копировально-пршивочная ЭЭО - характеристики, режимы, примеры технологии изготовления деталей,

7. Особенности электроэрозионной микрообработки.

8. Режимы ЭХРО. Скорость анодного растворения. Расчёт режимов ЭХРО на постоянном токе.

9. Особенности УЗ абразивного резания.

**3.4.2 Тематика лабораторных занятий**

1. Ознакомление с устройством и работой станка для электроэрозионного резания 3 часа.

2. Изучение технологических характеристик электроэрозионного резания. 3 часа.

3. Ознакомление с системой ЧПУ вырезного электроэрозионного станка. Изготовление пробной детали. 3 часа.

4. Ознакомление с устройством и работой станка для электроэрозионной прошивочной обработки 3часа.

5. Изготовление пробной детали на электроэрозионном прошивочном станке. 3 часа.

6. Ознакомление с технологией электроэрозионной микрообработки. Прошивка тонких пазов. 3 часа.

**3.5 Тематика курсовых работ (проектов)**

Учебным планом не предусмотрено

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

**4.1 Нормативные документы и ГОСТы**

**4.2 Основная литература**

1. Моргунов Ю.А., Панов Д.В., Саушкин Б.П., Саушкин С.Б., под ред. Б.П. Саушкина. Наукоемкие технологии машиностроительного производства. Физико-химические методы и технологии: учебное пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки «Машиностроение» - М., «Форум» 2013г., 928с.

2. Бойцов А.Г., Ковалёв А.П. и др. Процессы механической и физико-химической обработки в процессе изготовления авиационных двигателей. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007 - 582с., ил.

3. Овсянников Б.Л. Задачи нестационарной теплопроводности в технологии КПЭ.: Ученое пособие. – М.: Изд-во МГТУ МАМИ 2011- 96с.

**4.3 Дополнительная литература**

1. Елисеев Ю.С., Саушкин Б.П. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2010 - 563с., ил.

2. Лазерная и Электронно-лучевая обработка материалов: Справочник/Н. Н. Рыкалин, А. А. Углов, И. В. Зуев, А. Н. Кокора. —М.: Машиностроение, 1985. — 496 с., ил.

3. .Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах., Справ. изд., М.: Металлургия 1989. 384 с.

**4.3.1 Интернет – ресурсы**

http://books.ifmo.ru/file/pdf/335.pdf
Либенсон М.Н. и др. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Конспект лекций. ИТМО Спб. 2008. В открытом доступе.
https://studfiles.net/preview/1193648/
Цилрельман Н.М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса. Уфа 2002г. В открытом доступе.
4. http://lib.sinp.msu.ru/static/tutorials/130_Borisov-Mashkova_2011.pdf
Борисов А.М., Машкова Е.С. Физические основы ионно-лучевых технологий. Москва 2011. В открытом доступе.

## 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

| Название ЭОР | |
|---|---|
| Теоретические основы физико-химических обработки | https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7243 |

Разработанный ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Лицензионный
MATLAB (сокращение от "MATrix LABoratory") - проприетарный многопарадигмальный язык программирования и среда числовых вычислений, разработанная компанией MathWorks.

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

*Ссылки на ресурсы должны содержать актуальный электронный адрес и быть доступными для перехода с любого компьютера.*

## 5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами. Для проведения лабораторных работ требуется компьютерный класс (АВ1517, АВ4821) и лаборатория ЭФЭХМО АВ1104, АВ1102

# 6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «**Электрохимические и электрофизические методы обработки»** и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

**Образовательные технологии**

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО - LMS) на основе разработанных кафедрой «ТиОМ» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

## 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого

учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.
В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.
1.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.
1.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

# 7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств включает разделы:
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
7.3. Оценочные средства
7.3.1. Текущий контроль
7.3.2. Промежуточная аттестация

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, экзамен.

Обучение дисциплине: **«Электрохимические и электрофизические методы обработки»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК - 5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах | ИОПК-5.1. Знает основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда |

| | |
|---|---|
| общественного труда. | ИОПК-5.2. Использует основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда ИОПК-5.3. Владеет навыками изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда |

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

**Форма промежуточной аттестации: зачёт.**

**Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом на дату проведения зачёта следующих видов работ:**

- оформление и защита журнала лабораторных работ объёмом 18 часов;

- написание и защита реферата;

– получение зачета по результатам текущей успеваемости.

– получение зачета по результатам прохождения предусмотренного компьютерного тестирования.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль выполняется с применением Банка тестовых вопросов (частично). Примеры тестов представлены ниже.

Для подготовки к тестированию в разделе 3.7.1.1 приведён перечень контрольных вопросов. Результаты текущего контроля успешно засчитываются, если при тестировании набрано не менее 75 баллов из 100 возможных.

Банк тестовых вопросов содержит 150 вопросов с набором ответов.

## 7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль выполняется с применением Банка тестовых вопросов (частично). Примеры тестов представлены ниже.

Для подготовки к тестированию в разделе 3.7.1.1 приведён перечень контрольных вопросов. Результаты текущего контроля успешно засчитываются, если при тестировании набрано не менее 75 баллов из 100 возможных.

Банк тестовых вопросов содержит 150 вопросов с набором ответов.

**Примеры тестовых заданий:**

**Раздел 2. Электрофизические методы обработки, использующие КПЭ.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Что такое процесс ионизации газа при электрическом разряде? | | | *MC* |
| | | **Балл по умолчанию** | 1 |
| | | **Случайный порядок ответов** | Да |
| | | **Нумеровать варианты ответов?** | a |
| | | **Штраф за каждую неправильную попытку:** | 33.3 |
| | | **ID-номер** | |
| **#** | **Ответы** | **Отзыв** | **Оценка** |
| A. | – это процесс деформации электронной оболочки атома во внешнем электрическом поле, в результате которого атом становится полярным; | | 0 |
| B. | – это процесс распада многоатомной молекулы на атомы; | | 0 |
| C. | – это процесс интенсивного нагрева газа, увеличивающий кинетическую энергию молекул газа; | | 0 |
| D. | – это процесс потери атомом 1-го или нескольких электронов своей оболочки. | | 100 |
| E. | | | |
| | **Общий отзыв к вопросу:** | | |
| | **Для любого правильного ответа:** | Ваш ответ верный. | |
| | **Для любого неправильного ответа:** | Ваш ответ неправильный. | |
| | **Подсказка 1:** | | |
| | **Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):** | Нет | |
| | **Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):** | Нет | |
| | **Теги:** | | |
| *Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)* | | | |

| В чём заключается основное отличие плазмы электрического разряда от обычного газа? | | | *MC* |
|---|---|---|---|
| | | **Балл по умолчанию** | 1 |
| | | **Случайный порядок ответов** | Да |
| | | **Нумеровать варианты ответов?** | a |
| | | **Штраф за каждую неправильную попытку:** | 33.3 |
| | | **ID-номер** | |
| **#** | **Ответы** | **Отзыв** | **Оценка** |
| A. | – плазма имеет большую плотность, чем обычный газ, так как разноимённо-заряженные частицы притягиваются друг к другу в силу кулоновского взаимодействия; | | 0 |
| B. | – плазма имеет меньшую плотность, чем обычный газ, так как одноимённо-заряженные частицы отталкиваются друг от друга в силу кулоновского взаимодействия; | | 0 |
| C. | – плазма имеет большую вязкость в отличие от обычного газа, так как разноимённо-заряженные частицы притягиваются друг к другу в силу кулоновского взаимодействия; | | 0 |
| D. | – плазма обладает большей электропроводностью в отличие от обычного газа, так как разноимённо-заряженные частицы обладают способностью перемещаться во внешнем электрическом поле в противоположных направлениях | | 100 |
| E. | | | 0 |
| | **Общий отзыв к вопросу:** | | |
| | **Для любого правильного ответа:** | Ваш ответ верный. | |
| | **Для любого неправильного ответа:** | Ваш ответ неправильный. | |
| | **Подсказка 1:** | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| В чём заключается основное отличие плазмы электрического разряда от обычного газа? | | | *MC* |
| | | **Балл по умолчанию** | 1 |
| | | **Случайный порядок ответов** | Да |
| | | **Нумеровать варианты ответов?** | a |
| | | **Штраф за каждую неправильную попытку:** | 33.3 |
| | | **ID-номер** | |
| **#** | **Ответы** | **Отзыв** | **Оценка** |
| | **Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):** | Нет | |
| | **Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):** | Нет | |
| | **Теги:** | | |
| *Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)* | | | |

**Раздел 3 Электроэрозионная обработка деталей (ЭЭО)**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Под действием, каких факторов возникает самостоятельный разряд в межэлектродном промежутке (МЭП)? | | | *мс* |
| | | **Балл по умолчанию** | 1 |
| | | **Случайный порядок ответов** | Да |
| | | **Нумеровать варианты ответов?** | a |
| | | **Штраф за каждую неправильную попытку:** | 33.3 |
| | | **ID-номер** | |
| **#** | **Ответы** | **Отзыв** | **Оценка** |
| A. | – при облучении МЭП рентгеновским излучением; | | 0 |
| B. | – при превышении приложенного к МЭП напряжения выше некоторого порогового значения в данных условиях. | | 100 |
| C. | – при облучении МЭП инфракрасным излучением; | | 0 |
| D. | – при нагреве одного из электродов; | | 0 |
| E. | | | 0 |
| | **Общий отзыв к вопросу:** | | |
| | **Для любого правильного ответа:** | Ваш ответ верный. | |
| | **Для любого неправильного ответа:** | Ваш ответ неправильный. | |
| | **Подсказка 1:** | | |
| *Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)* | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| При каких условиях возникает искровое взаимодействие электродов при ЭЭО | | | *МС* |
| | | **Балл по умолчанию** | 1 |
| | | **Случайный порядок ответов** | Да |
| | | **Нумеровать варианты ответов?** | a |
| | | **Штраф за каждую неправильную попытку:** | 33.3 |
| | | **ID-номер** | |
| **#** | **Ответы** | **Отзыв** | **Оценка** |
| A. | Искровое взаимодействие электродов при ЭЭО возникает, если сопротивление жидкой диэлектрической среды (ЖДС) уменьшается, нижет некоторого предела. | | 0 |
| B. | Искровое взаимодействие электродов при ЭЭО возникает, если межэлектродное расстояние уменьшается, нижет некоторого предела | | 0 |
| C. | Искровое взаимодействие электродов при ЭЭО возникает, если в (ЖДС) имеются проводящие частицы. | | 0 |
| D. | Искровое взаимодействие электродов при ЭЭО возникает, если напряжённость электрического поля в МЭП оказывается выше электрической прочности ЖДС | | 100 |
| | **Общий отзыв к вопросу:** | | |
| | **Для любого правильного ответа:** | Ваш ответ верный. | |
| | **Для любого неправильного ответа:** | Ваш ответ неправильный. | |
| | **Подсказка 1:** | | |
| | **Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):** | Нет | |
| | **Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):** | Нет | |
| | **Теги:** | | |
| *Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)* | | | |
| Наличие падающего участок вольтамперной характеристики электрической дуги (с ростом тока, напряжение уменьшается), объясняется | | | *МС* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Балл по умолчанию** | 1 |
| | | **Случайный порядок ответов** | Да |
| | | **Нумеровать варианты ответов?** | a |
| | | **Штраф за каждую неправильную попытку:** | 33.3 |
| | | **ID-номер** | |
| **#** | **Ответы** | **Отзыв** | **Оценка** |
| A. | – расширением канала разряда со временем | | 0 |
| B. | – интенсивным нагревом катода и увеличением термоэлектронной эмиссии | | 100 |
| C. | – влиянием излучения плазмы на её электропроводность | | 0 |
| D. | – нагревом плазмы от источника питания | | 0 |
| | **Общий отзыв к вопросу:** | | |
| | **Для любого правильного ответа:** | Ваш ответ верный. | |
| | **Для любого неправильного ответа:** | Ваш ответ неправильный. | |
| | **Подсказка 1:** | | |
| | **Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):** | Нет | |
| | **Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):** | Нет | |
| | **Теги:** | | |
| *Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)* | | | |

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в 5 семестре в форме зачёта
Зачёт и экзамен проводятся по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

**Регламент проведения зачета:**

1. В билет включается (4) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два ) практических задания

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.
4. Проведение аттестации (зачета) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"
Форма, предусмотренная учебным планом - зачет. Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все лабораторные работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные РПД. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных РПД. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

А. Структура и содержание дисциплины
Б. Фонд оценочных средств (список контрольных вопросов)
В. Тематика лабораторной работы.

Приложение А

Структура и содержание дисциплины **«Электрохимические и электрофизические методы обработки»** по направлению подготовки 15.05.01 **«Проектирование технологических машин и комплексов»** Профиль подготовки (специализация) **«Проектирование технологических комплексов в машиностроении»** Квалификация выпускника Инженер

| **Раздел** | **Семестр** | **Неделя семестра** | **Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах** | | | | | **Виды самостоятельной работы студентов** | | | | | **Формы аттеста-ции** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Л** | **П/С** | **Лаб** | **СРС** | **КСР** | **К.Р.** | **К.П.** | **РГР** | **Рефр.** | **К/р** | **Э** | **З** |
| 1. Основные понятия и определения курса Обзор основных видов ЭФЭХМО, физических принципов, лежащих в их основе, и, основанных на них, теологических процессов обработки. Классификация ЭФЭХМО. Разграничение электрофизических методов обработки на методы, основанные на воздействии концентрированных потоков энергии (КПЭ) на обрабатываемый материал, и методы, основанные на других принципах. | 8 | 1-2 | 2 | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| 2. Электрофизические методы обработки, использующие КПЭ. Обзор основных видов концентрированных потоков энергии (КПЭ) и принципов их воздействия на конструкционные материалы. Основные характеристики и области применения ЭЛО. Основные параметры электронного луча. Обзор технологических применений ЭЛ. Параметры ЭЛ при сварке, и при | 8 | 3-6 | 4 | 4 | Лаб. №1 3час<br><br>Лаб. №2 3час | 8 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| размерной обработке. Общая характеристика лазерных технологий. Частотные диапазоны излучения лазеров различных типов. Свойства и энергетические характеристики лазерного излучения. Фокусировка лазерного излучения. Принципы использования лазерного излучения для построения технологических процессов. Лазерная термообработка, закалка, отжиг. Лазерное поверхностное легирование. Лазерная сварка. Лазерная резка. | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Электроэрозионная обработка деталей (ЭЭО) История изобретения ЭЭО. Определение, общая характеристика, виды и области применения электроэрозионной обработки деталей (ЭЭО). Физические, физико-механические и физико-химические явления при искровом разряде. ЭЭО как разновидность технологии КПЭ. Схема и работа RC-генератора импульсов для получения искровых разрядов. Рабочие параметры ЭЭО и схемы установок. Электроэрозионное резание - характеристики, режимы, области применения, оборудование. Копировально-пршивочная ЭЭО - характеристики, режимы, области применения, оборудование. Системы управления процессом ЭЭО. Проектирование технологических операций ЭЭО. Электроискровое легирование металлических поверхностей. | 8 | 7-10 | 4 | 4 | Лаб. №3 3час<br><br>Лаб. №4 3час<br><br>Лаб. №5 3час | 8 | | | | | | | | |
| 4 Электрохимическая обработка материалов (ЭХО). История возникновения, сущность и варианты реализации ЭХО материалов. Области применения ЭХО. Электродные процессы при | 8 | 11-14 | 4 | 4 | Лаб. №6 3час | 8 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ЭХО и электролиты, применяемые при ЭХО. Химические реакции в электролите и на электродах. Распределение потенциала в межэлектродном пространстве. Режимы ЭХО. Явление пассивации при ЭХО и пути её преодоления. Скорость анодного растворения. Точность ЭХО. ЭХО на постоянном токе. Основные проблемы реализации ЭХО. Имульсноциклическая и виброциклическая ЭХО, особенности, достоинства и недостатки, области применения. Управление процессом ЭХО. Оборудование для ЭХО. | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Ультразвуковая обработка (УЗО) материалов. Основные понятия УЗО, и физические явления при получении и распространении ультразвука. Магнитострикционный и пьезоэлектрический эффекты. Установки для получения ультразвука. Области применения ультразвука в технологии. Ультразвуковая абразивная резка, виды, режимы, технологические характеристики и области применения. Ультразвуковая сварка, виды, режимы, технологические характеристики и области применения. Ультразвуковая мойка, физические основы, характеристики и области применения. | 8 | 15-17 | 4 | 4 | | 8 | | | | | | | | |
| **Итого за курс** | | | **18** | **18** | **18** | **36** | | | | | | | + | |

Приложение Б

Контрольные вопросы для промежуточных аттестаций студентов по итогам освоения дисциплины «**Электрохимические и электрофизические методы обработки»**

Общие вопросы КПЭ

1. Общие вопросы КПЭ
2. Определение КПЭ, виды КПЭ, основные составные части источников КПЭ.
3. Воздействие КПЭ на Материал, области применения технологий КПЭ.
4. Удельный поток - определение ППМ.
5. Эффективный диаметр, мощность и средний поток.
6. Критические плотности мощности, определения, формулы и порядок значений.

Электроннолучевая обработка

7. Устройство и принцип действия установки ЭЛО.
8. Основные характеристики электронного луча.
9. Области применения ЭЛО, краткая характеристика.
10. Физические эффекты при встрече ЭЛ с мишенью.
11. Глубина проникновения электронов в металл.
12. Параметры ЭЛ при сварке и при размерной обработке.
13. Достоинства и недостатки ЭЛО.
14. Энергия и скорость электрона при встрече с мишенью при ЭЛО.

Лазерная обработка

15. Свойства и основные характеристики ЛИ.
16. Коэффициенты поглощения и отражения ЛИ, их зависимость от длинны волны и свойств материала детали.
17. Расходимость ЛИ и предельные возможности его фокусировки.
18. Достоинства и недостатки ЛО.
19. Области применения ЛО в технологии.
20. Процессы лазерной термообработки.
21. Лазерная сварка, виды, особенности и характеристики.
22. Изготовление отверстий с помощью непрерывного и импульсного ЛИ.
23. Технологии лазерного разделения материалов.
24. Газолазерная резка металлов.
25. Лазерная обработка пластмасс и композиционных материалов.
26. Фокусирующие системы лазерного излучения (ЛИ).
27. Управление перемещением лазерного луча.

Электроэрозионная обработка

28. Сущность процесса ЭЭО.
29. Достоинства и недостатки процесса ЭЭО.
30. Реализация процесса ЭЭО. Условия возникновения разряда в МЭП.
31. Формирование единичной лунки искрового разряда и её параметры.
32. Зависимость размеров лунки от параметров разряда.
33. Технологические характеристики процесса ЭЭО.
34. Зависимость производительности от энергии разряда.
35. Эффект полярности ЭЭО.
36. Шероховатость обрабатываемой поверхности при ЭЭО.
37. Характеристики поверхностного слоя после ЭЭО.
38. Характеристика ВЭЭО, классы поверхностей, обрабатываемых с помощью ВЭЭО, производительность обработки при ВЭЭО.
39. Эквидистантная траектория реза. Точность ВЭЭО.
40. Характеристики КПЭЭО, схема обработки.
41. Точность процесса КПЭЭО. Пути повышения точности КПЭЭО.
42. Проектирование ТО ВЭЭО.
43. Проектирование ТО КПЭЭО.

Вопросы ЭХО.

44. Сущность процесса ЭХО. Виды ЭХО.
45. Электродные процессы, химические реакции на электродах и в растворе при ЭХО.
46. Распределение потенциала в МЭП, Эквивалентная схема МЭП. Величина тока, протекающего через МЭП.
47. Линейная скорость растворения электродов при ЭХО.
48. Явление пассивации электродов при ЭХО, его влияние на процесс обработки, пути преодоления пассивации.
49. Точность процесса ЭХО и пути её повышения.
50. Импульсно-циклическая и вибро-циклическая ЭХО.
51. Достоинства и недостатки ЭХО.

Вопросы УЗО.

52. Применения, свойства и характеристики УЗ.

53. Источники УЗ.

54. Ультразвуковое абразивное резание, виды, характеристики, области применения.

55. УЗ сварка, характеристика, достоинства и недостатки, области применения.

56. Прочность сварных соединений при УЗ сварке.

57. Пластическая деформация и упрочнение с помощью УЗ.

Приложение **В**

## Тематика лабораторных работ.

1. Ознакомление с устройством и работой станка для электроэрозионного резания 3 часа.
2. Изучение технологических характеристик электроэрозионного резания. 3 часа.
3. Ознакомление с системой ЧПУ вырезного электроэрозионного станка. Изготовление пробной детали. 3 часа.
4. Ознакомление с устройством и работой станка для электроэрозионной прошивочной обработки 3часа.
5. Изготовление пробной детали на электроэрозионном прошивочном станке. 3 часа.
6. Ознакомление с технологией электроэрозионной микрообработки. Прошивка тонких пазов. 3 часа.