Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.07.2025 16:04:28
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«_27_» _____февраля__ _____2025 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Автоматизация и роботизация сварочных процессов»

Направление подготовки
**15.03.01. «Машиностроение»**

Образовательная программа (профиль подготовки)
**«Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения»**

Квалификация (степень) выпускника
**Бакалавр**

Форма обучения
**Заочная**

Москва, 2025 г.

**Разработчик(и):**

к.т.н., доц.  /Андреева Л.П./

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «**_Оборудование и технология сварочного производства**»,

к.нт  Сафонов Е. В.

# Содержание


1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3. Структура и содержание дисциплины ..... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ..... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ..... 11
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ..... 11
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ..... 11
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 11
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ..... 11
   - 4.2. Основная литература ..... 12
   - 4.3. Дополнительная литература ..... 12
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ..... 12
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 13
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 13
5. Материально-техническое обеспечение ..... 14
6. Методические рекомендации ..... 15
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 15
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 16
7. Фонд оценочных средств ..... 17

Приложение 1 Структура и содержание дисциплины……18

Приложение 2 Раздел 7 РПД Фонд оценочных средств……44

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» следует отнести:

– изучение теории и методов построения промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов для сварки.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» следует отнести:

– ознакомление с задачами кинематики и динамики роботов, состав приводов и систем управления роботов, программное обеспечение роботов и РТК, аспекты разработки РТК для сварочных процессов.

- освоение методики выполнения работ по сертификации продукции и услуг.

Обучение по дисциплине «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ИОПК-4.1. Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности<br>ИОПК-4.2. Демонстрирует навыки использования средств информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности |
| ПК – 1 Способен технически подготавливать сварочное производство, его обеспечение и нормирование | ИПК-1.1. Рассчитывает и отрабатывает технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности<br>ИПК-1.2. Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции)<br>ИПК-1.3. Формулирует требования к методам планирования технической и технологической подготовки производства и выполнения сварочных работ. |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла (Б1.1.28) основной образовательной программы бакалавриата.

«Автоматизация и роботизация сварочных процессов» взаимосвязана логически и методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

в обязательной части блока:

– Теоретическая механика (кинематика, динамика);
– Электротехнические основы машиностроительных технологий ;
– Основы математического моделирования технологических процессов;
- Средства механизации сварочного производства и технологическая оснастка;

в части, формируемой участниками образовательных отношений

- Производство сварных конструкций.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, т.е. 180 академических часа (из них 108 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» изучаются на пятом семестре

3.1.1. Заочная форма обучения

| Шифр | Дисциплина | Период контроля | Нагрузка | Кол-во | Ед. изм. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Б.1.2** | **Автоматизация и роботизация сварочных процессов** | **Седьмой семестр** | **Экзамен** | | **Часы** |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Седьмой семестр | Лекции | 32,00 | Часы |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Седьмой семестр | Семинарские и практические занятия | 8,00 | Часы |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Седьмой семестр | СРС | 212,00 | Часы |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Седьмой семестр | Курсовой проект | | Часы |
| **Б.1.2** | **Автоматизация и роботизация сварочных процессов** | **Восьмой семестр** | **Зачет** | | **Часы** |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Восьмой семестр | Лекции | 24,00 | Часы |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Восьмой семестр | Семинарские и практические занятия | 8,00 | Часы |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Восьмой семестр | СРС | 184,00 | Часы |
| **Б.1.2** | **Автоматизация и роботизация сварочных процессов** | **Девятый семестр** | **Экзамен** | | **Часы** |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Девятый семестр | Лекции | 22,00 | Часы |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Девятый семестр | Семинарские и практические занятия | 8,00 | Часы |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Девятый семестр | СРС | 222,00 | Часы |
| Б.1.2 | Автоматизация и роботизация сварочных процессов | Девятый семестр | Курсовой проект | | Часы |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины по очной форме обучения

3.2.1. Заочная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | Введение | | 2 | 2 | | | 8 |
| 2 | Тема 1. Основные понятия робототехники для сварочного производства | | 2 | 2 | | | 10 |
| 3 | Тема 2. Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задач | | 4 | 4 | | | 10 |
| 4 | Тема 3. Динамика манипуляторов. Приводы. | | 4 | 4 | | | 20 |
| 5 | Тема 4. Алгоритмы управления. Системы управления. | | 8 | 8 | | | 20 |
| 6 | Тема 5. Программное обеспечение роботов для сварки | | 8 | 8 | | | 20 |
| 7 | Тема 6. Технологические аспекты робототехники для сварки при разработке технических регламентов | | 8 | 8 | | | 20 |
| Итого | | | 36 | 36 | | | 108 |

### 3.3 Содержание дисциплины

**Введение**

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль промышленной робототехнике в сварочном производстве. Виды прикладных робототехнических задач в сварочном производстве. Основные виды промышленных роботов для сварки, средства управления и сенсорные системы. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

**Тема 1.** *Основные понятия робототехники для сварочного производства*

Определения промышленных роботов и робототехнических комплексов

**Тема 2.** *Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи*

Системы координат. Кинематические пары и модели. Преобразования координат. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов.

**Тема 3.** *Динамика манипуляторов. Приводы.*

Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов. Сварочное оборудование.

**Тема 4.** *Алгоритмы управления. Системы управления.*

Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления роботами для сварки. Адаптивное управление роботами. Система управления.

**Тема 5.** *Программное обеспечение роботов для сварки*

Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.

**Тема 6.** *Технологические аспекты робототехники для сварки*

Принципы построения робототехнических комплексов. Средства оснащения РТК. Примеры точечной и дуговой сварки. Офлайн проектирование РТК.

### 3.4 Тематика лабораторных занятий

3.4.1 Лабораторные занятия

*Не предусмотрены*

3.4.2 Практические занятия (зазаочная форма обучения)

**Практическая работа 1.**

Промышленный сварочный робот РМ-01

**Практическая работа 2.**

Промышленный робот IRB-140

**Практическая работа 3.**

Виртуальная среда программирования РТК для сварки RobotStudio

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

- Управление сварочной дугой и кристаллизацией сварочной ванны.
- Автоматическое управление электронно-лучевой сваркой.
- Особенности роботизированного процесса сварки.
- Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки.
- Управление переносом электродного металла при сварке плавлением.
- Автоматизация и роботизация как основа дальнейшего технического развития сварочного производства в авиационном двигателестроении.
- Классификация и выбор оборудования для механизации и автоматизации сварочного производства.
- Основные требования и характеристики роботов и роботизированных систем сварочного производства.
- Планирование и оценка экономической эффективности внедрения механизации и автоматизации в сварочное производство.
- Выбор состава оборудования и расчёт производительности роботизированной поточной линии сварочного производства.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 26056-84 Роботы промышленные для дуговой сварки. Общие технические условия

2. ГОСТ 26054-85 Роботы промышленные для контактной сварки. Общие технические условия

3. ГОСТ 26050-89 Роботы промышленные. Общие технические требования

4. ГОСТ 25686-85 Манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы. Термины и определения

5. ГОСТ 25204-82 Роботы промышленные. Ряд номинальной грузоподъемности

6. ГОСТ 26063-84 Роботы промышленные. Устройства захватные. Типы, номенклатура основных параметров, присоединительные размеры

7. ГОСТ 27123-86 Роботы промышленные агрегатно-модульные. Направляющие. Типы, основные размеры

8. ГОСТ 27387-87 Роботы промышленные для контактной точечной сварки. Основные параметры и размеры

9. ГОСТ 8.009-84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений».

10. ГОСТ 8.401-80 «ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования».

11. ГОСТ 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

### 4.2 Основная литература

1. Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке : учебное пособие для вузов / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-6792-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152449.

2. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем : учеб. пособие для вузов. / под ред. С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2005 Гриф УМО

3. Юревич Е.И. Основы робототехники : учеб.пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005 Гриф УМО 3. Зенкевич С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учеб.для вузов. / Ющенко А.С. - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2004 Гриф МО.

### 4.3 Дополнительная литература

1. «Астафьева, Н. А. Управление процессами и оборудованием при автоматической и роботизированной сварке : учебное пособие / Н. А. Астафьева. — Иркутск : ИРНИТУ, 2020. — 170 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. » (Астафьева, Н. А. Управление процессами и оборудованием при автоматической и роботизированной сварке : учебное пособие / Н. А. Астафьева. — Иркутск : ИРНИТУ, 2020. — 170 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/325118

2. Варепо, Л.Г. Технические измерения и контроль геометрических параметров деталей / Л.Г. Варепо, В.В. Пшеничникова, Д.Б. Мартемьянов ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Издательство ОмГТУ, 2017. – 148 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493454 (дата обращения: 06.11.2019). – Библиогр.: с. 138-139. – ISBN 978-5-8149-2565-7. – Текст : электронный.

3. Дианов В.Н. Автоматические и электронные системы транспортных средств повышенной надежности: учеб. пособие для вузов. - Коломна: Лига, 2009 Гриф УМО 5. Журавлев В.В. Адаптивный андроидный робот : учеб.-метод. пособие 33-17. / Архипов М.В., Головин В.Ф. - М.: МГИУ, 2012 6. Накано Э. Введение в робототехнику :пер с японского. / под ред. А.М.

4. Филатова - М.: Мир, 1988 7. Головин В.Ф. Позиционно-силовое управление роботами: моделирование, оптимизация, программирование 33-10. / Архипов М.В., Журавлев В.В. - М.: МГИУ, 2008

5. Попов Е.П. Основы роботехники. 1990 - 223с. 9. Головин В.Ф. Лабораторный практикум. Промышленные роботы. Учебно- методическое пособие. М: МГИУ, 1996 - 66с. 10. М.В. Архипов Промышленные роботы и РТК. / В.Ф. Головин, В.В. Журавлёв /Редактор М.В. Архипов - 60с.

### 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 | Ссылка на ЭОР |
|---|---|
| Автоматизация и роботизация сварочных процессов | ЭОР для данной дисциплине находится в стадии разработке |

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

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

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайтах:

Открытое образование https://openedu.ru/
Универсариум https://universarium.org/
Stepic https://welcome.stepik.org/ru
Федеральная государственная информационная система Росстандарта https://fgis.gost.ru/#!/
Федеральная государственная информационная система Росаккредитации https://fsa.gov.ru/use-of-technology/fgis-rosakkreditatsii/
Автоматизированная информационная система Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (АИС МГС)
http://www.mgs.gost.ru/TKSUGGEST/MGSpublic.nsf/MainForm?ReadForm

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Используемое программное обеспечение

| № | Наименование | Разработчик ПО (правообладатель) | Доступность (лицензионное, свободно распространяемое) | Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Microsoft Office Access 2010 | | Лицензионное | |
| | Microsoft Office | | Лицензионное | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Стандартный 2010 (word, excel, powerpoint) | | | |

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

**Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:**

| | Наименование | Ссылка на ресурс | Доступность |
|---|---|---|---|
| **Информационно-справочные системы** | | | |
| | Stack Overflow | https://stackoverflow.com/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| | Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http:// www.consultant.ru | Доступно |
| **Электронно-библиотечные системы** | | | |
| | Лань | https://e.lanbook.com/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| | IPR Books | https://www.iprbookshop.ru/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| **Профессиональные базы данных** | | | |
| | База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | http://www.elibrary.ru | Доступно |
| | Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных | http://webofscience.com | Доступно |

## 5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами. Для проведения курсовых работ требуется компьютерный класс (АВ2502, АВ2503, 2505).

**Оборудование и аппаратура:**

- специализированная учебная межкафедральная лаборатория «Средства автоматизации и промышленные роботы» кафедры «Технологии и оборудования машиностроения» Ауд. АВ1105, оснащенная промышленным роботом ABB IRB-140, промышленным роботом с СУ «ИНЕЛСИ».

Оборудование и аппаратура: - проектор с компьютером и подборкой материалов для лекций и лабораторных работ.

## 6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся: – подготовка к выполнению практических работ в лабораториях вуза; – обсуждение и защита практических работ по дисциплине; – подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях; – организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме контрольных работ; – использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» и в целом по дисциплине составляет 40 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий.

**Образовательные технологии**

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой «Стандартизация, метрология и сертификация» 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).

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 практическим занятиям** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на защиту лабораторных работ.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **практических работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Практические задания являются важной частью промежуточной аттестации по дисциплине «Теория машин и механизмов».

Отчет по практическому занятию представляется в печатном виде. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена и защиты курсового проекта, что позволяет оценить достижение результатов обучения по дисциплине.

Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбирается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

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.

При выполнении курсовых работ студент должен приходить на занятие, предварительно изучив методические указания к лабораторной работе и подготовить журнал к выполнению лабораторной работы.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным курсовым работам и подготовка к их защите.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы или защита курсовой работы.

**Вопросы, выносимые на самостоятельную работу**

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы: - определение цели самостоятельной работы; - конкретизация познавательной задачи; - самооценка готовности к самостоятельной работе; - выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи; - планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием; - осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы; - рефлексия; - презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

**Тема 1.**

1. В каких системах координат программируются перемещения в ПР РМ-01?
2. Какова система координат первых трех звеньев РМ-01: цилиндрическая, сферическая?
3. Что такое обобщенные координаты? Назовите третью обобщенную координату робота РМ-01?
4. Как ориентирована система координат TOOL?
5. Какими командами выполняются следующие действия?

- открыть - закрыть схват;
- перевести робот в исходное состояние;
- калибровать робот;
- увеличить скорость в ручном режиме;
- перемещать второе звено;
- смещать схват вертикально вверх;
- обучать точки, массивы точек; - войти в редактор;
- запустить, остановить, продолжить программу;
- перемещаться в обученную заранее точку;
- команды управления точечно сваркой;
- команды управления дуговой сваркой;
- что обозначают команды: GO BOX GOS A GONEAR A,10 SP 20 .GO READY .GOS V OPEN CLOSE OUT 3. 4, -2 WAIT IN 2, -3 JUMP 5 DELAY 8 SHIFT A = 10, 20, 30 BASE 20, 10, 5

HERE BOX LTEACH A WHERE WHERE* RUN JOY, -3
ABORT EXIT EDIT JOI

6. Порядок действий при включении робота.

7. Порядок действий при редактировании программы и ее исполнении.

**Тема 2.**

8. Порядок действий при обучении.

9. Характер движений при управлении с пульта ручного управления в режимах JOINT, WORLD, TOOL.

10. Программа точечной сварки (20 точек через 10 мм в направлении оси X по прямой а) все точки получены обучением, б) только первая точка получена обучением.

11. Программа завинчивания 10 гаек на крышке гайковертом с использованием датчика усилия затяжки.

12. Как переместить в режиме ручного управления схват в точку с координатами X=Y=Z=200.

13. Как мониторной директивой или в программе учесть притупление сверла на 2мм?

14. Программа перехода из заданной точки (известны ее координаты) в другую (ее координаты тоже известны). 1

5. Какой вид интерполяции используется при выполнении команд GO A, GOS A?

**Тема 3.**

16. Чем отличается позиционная система управления от контурной?

Функции МАВ, МПИ, МВВ?

17. Есть ли в "СФЕРЕ-36" параллельный интерфейс?

18. Каков тип датчиков в РМ-01? - потенциометрический,

- фото-импульсный,

- кодово-импульсный.

19. Чувствуют ли направление датчики РМ-01?

20. В чем состоит режим "калибровка"?

21. Как показать, что СУ "СФЕРА-36" имеет (не имеет) блоки решения прямой и обратной кинематических задач?

22. Записана программа дуговой сварки с обучением точкам. Как воспользоваться этой программой для изделия, смещенного параллельно вверх на 40 мм?

23. Программа перехода из произвольной точки в заданную.

24. Программа дуговой сварки прямолинейного шва длиной 100 мм со скоростью 10 мм/с с наложенными колебаниями электрода (10 колебаний с амплитудой 10 мм).

**Тема 4.**

25. Каковы алгоритмы для реализации команд GOA; GOS AGONEAR A,50 SP100; DEL 5; OUT 5; WAITIN 3; BASE 10,20,30,45?

26. Почему МП-9 считается роботом с цикловой системой управления какая СУ называется цикловой?

27. Кодово-импульсный датчик, принцип действия?

28. Что нужно сделать, чтобы поднять груз на 10, 15, 50 мм?

29. Что нужно сделать, чтобы установить скорости подъема: 50 мм /с, 100 мм/с? 30. Каков алгоритм расчета ускорения демпфирования и усилия 1ижения руки? (Использовать измеримые величины).

31. Можно ли с помощью циклового робота с цилиндрической системой координат поднять, повернуть на 30 град. или сдвинуть вперед груз массой 1кг?

32. Какова программа для периодического включения-выключения через 5с?

33. Какой командой отключается режим вибрации при сварке?

33. Настройка режима вибрации при сварке?

34. На какую деталь может не сработать оптический датчик стеклянную, нагретую, деревянную?

**Тема 5.**

35. Принцип действия сварочного трансформатора в составе РТК. (ПК- 1, ОПК-4).

36. Что такое работа по путевому, по временному принципам?

37. Написать программу дуговой сварки с заданными параметрами.

38. Как регулируются в роботах усилия, скорости, временные задержки.

39. Нарисовать блок-схему управления привода МП-9 с участием геркона, программоносителя.

40. Принцип действия пневматических приводов роботов и пневмосистемы.

41. Какие аппаратные связи и команды необходимы для перемещения детали на стенде по кругу в любую сторону?

42. Составить алгоритмы работы с одним и двумя прессами приближенно к цеховым условиям.

43. Составить алгоритм и программу перемещения двух деталей друг за другом на стенде по кругу.

44. Постановка прямой и обратной задач кинематики роботов.

45. Типы приводов. Структурные схемы приводов роботов.

**Тема 6.**

46.Датчики приводов роботов. Режим калибровки. Демпфирование движений роботов.

47. Структурные схемы систем управления роботов. Технические характеристики этих роботов.

48. Цикловое, позиционное, контурное и позиционно-силовое управление роботами. Технологические примеры.

49. Кинематические и динамические модели роботов.

50. Представление вектора положения и ориентации в виде 6-ти и 12-ти мерных векторов.

51. Назначение обратных связей, примеры систем в робототехнике.

52. Примеры роботов в автомобильной промышленности, оборонных комплексах, в аэрокосмических комплексах, в развлекательных комплексах, в сварочном производстве.

53. Режим обучения роботов.

54. Робототехника на предприятии студента.

Критерии оценки:

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он ответил правильно менее чем на 60% вопросов в каждом разделе;
- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он дал от 60 % до 70 % правильных ответов в каждом разделе.

## 7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 и 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

Приложение 2

**Раздел 7 РПД – ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
**«Автоматизация и роботизация сварочных процессов»»**

Направление подготовки

**15.03.01 «Машиностроение»**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Оборудование и технологии сварочного производства»**

## 7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест; защита курсовых работ для очной формы обучения; защита лабораторных и практических работ для заочной формы обучения; экзамен.

Обучение по дисциплине «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ИОПК-4.1. Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности<br>ИОПК-4.2. Демонстрирует навыки использования средств информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности |
| ПК – 1 Способен технически подготавливать сварочное производство, его обеспечение и нормирование | ИПК-1.1. Рассчитывает и отрабатывает технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности<br>ИПК-1.2. Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции)<br>ИПК-1.3. Формулирует требования к методам планирования технической и технологической подготовки производства и выполнения сварочных работ. |

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Тест (Т) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. | Фонд тестовых заданий |
| 2 | ЗПР | Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач с помощью инструментальных средств. | Задания для защиты практических работ для очной формы обучения; практических работ для заочной формы обучения |

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

**Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации** является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 60% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. 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 учебным планом. 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. |

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

**Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации** является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение итогового теста не ниже, чем на 40% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| *Отлично* | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. 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. |
| *Хорошо* | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки. |

| | |
|---|---|
| *Удовлетворительно* | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. |
| *Неудовлетворительно* | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. 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. |

Оценка степени достижения обучающимся планируемых результатов **по курсовому проекту** проводится преподавателем или группой преподавателей в составе 2-3 человек методом экспертной оценки по результатам защиты курсового проекта. По итогам промежуточной аттестации по курсовому проекту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». По решению преподавателя типовое задание на курсовую работу может быть заменено научно-исследовательской работой или решением инженерных задач при выполнении конкретных исследований механизмов. На проверку курсовая работа должен быть направлен преподавателю путем прикрепления файлов в системе СДО за 3 дня до назначенной даты защиты проекта.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны.<br>Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Отмечается творческий подход к раскрытию темы курсового проекта.Материал излагается грамотно, логично, последовательно.<br>Оформление отвечает требованиям написания курсового проекта. Графическая часть выполнена на высоком уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД.<br>Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, адекватно ответить на поставленные вопросы.<br>Соблюдены сроки выполнения курсового проекта |
| Хорошо | Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны.<br>Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно.<br>Имеются недочеты в оформлении курсового проекта. Графическая часть выполнена на хорошем уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД.<br>Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.<br>Соблюдены сроки выполнения курсового проекта |

| | |
|---|---|
| Удовлетворительно | Исследование выполнено самостоятельно, но не содержит элемента новизны.<br>Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно.<br>Имеются недочеты в оформлении курсового проекта. Графическая часть выполнена на удовлетворительном уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД.<br>Во время защиты обучающийся затрудняется в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы.<br>6Соблюдены сроки выполнения курсового проекта |
| Неудовлетворительно | Задание не выполнено или выполнено частично. Студент демонстрирует отсутствие требуемых знаний, умений и навыков. |

**7.3 Оценочные средства**

**7.3.1. Текущий контроль**

Текущий контроль выполняется с применением Банка тестовых вопросов. Примеры тестов представлены ниже. Результаты текущего контроля успешно зачитываются, если при тестировании набрано не менее 40 % из 100 % возможных.

**Образцы вопросов из фонда тестовых заданий**

1.Как классифицируются промышленные роботы (по грузоподъемности)?

а) 10 кг., 100 кг., 1000 кг.

б) ≤ 3 кг., ≤30 кг., > 300 кг.

в) ≤ 5 кг., ≤ 60 кг., > 60 кг.

2.Как классифицируются промышленные роботы (по поколениям)?

а) Роботы 1-го, 2-го, 3-го, 4-го и 5-го поколений.

б) Роботы 1-го, 2-го и 3-го поколений.

в) Роботы 1-го и 2-го поколений.

**Шкала оценивания тестирования**

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

| Оценка | Количество правильных ответов |
|---|---|
| отлично | от 81% до 100% |
| хорошо | от 61% до 80% |
| удовлетворительно | от 41% до 60% |
| неудовлетворительно | 40% и менее правильных ответов |

**7.3.1 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация проводится на 4 семестре обучения в форме экзамена

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием.

Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

**Регламент проведения экзамена:**

1. В билет включается (3) вопроса из разных разделов дисциплины.

2. Перечень вопросов содержит 60 вопросов по изученным темам на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 30 мин, устное собеседование – до 10 минут.

4. Проведение аттестации (экзамена) 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».

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену и составления экзаменационных билетов**

1. Основные определения ПР, РТК, РТК сварки
2. Технические характеристики роботов. Примеры.
3. Кинематические модели роботов.
4. Преобразования координат.
5. Однородные преобразования и однородные матрицы.
6. Прямая задача кинематики робота.
7. Задача планирования траекторий.
8. Классификация приводов роботов
9. Виды и алгоритмы управления роботами.
10. Роботоориентированные языки программирования
11. Принципы построения РТК, РТК сварки
12. РТК механообработки
13. РТК сборки
14. РТК лазерной и плазменной обработки
15. РТК дуговой и точечной сварки
16. РТК окраски
17. РТК литейного производства
18. РТК штамповки
19. Критерии эффективности РТК
20. Сварочные клещи
21. Система отрезания проволоки
22. Язык АРПС
23. Поколения роботов
24. История робототехники
25. Прямая обратная задача кинематики робота
26. Система воздухоочистки
27. Система очистки клещей
28. Датчики роботов
29. Фотоиммульсный датчик
30. Кодовоимпульсный датчик
31. Тахогенератор
32. Двигатель постоянного тока
33. Зона достижимости робота
34. Матричные преобразования
35. Перевод сиз систем координатор
36. Системы координат

37. Сферическая система координат
38. Контурная система координат
39. Ангулярная система координат
40. Декартовая система координат
41. Вычисление моментов приводов
42. Позиционное управление
43. Контурное управление
44. Задачи динамики
45. Обратная задача динамики
46. Силовое управление
47. Позиционно-силовое управление
48. Адаптивное управление
49. Сенсорная система робота
50. Сварочное оборудование РТК
51. Нижний уровень системы управления роботом РМ-01