

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 28.09.2023 17:16:59

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/

« 16 » февраля 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве»

Направление подготовки

**15.04.01 Машиностроение**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Комплексные технологии сварочного и механосборочного производства»**

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик(и):**

к.т.н., доцент

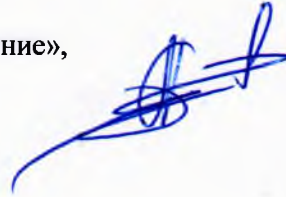


М.В. Архипов

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,

к.т.н., доцент



/А.В. Кузнецов/

## 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 .....	5
3.3.	Содержание дисциплины .....	7
3.4.	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий .....	7
3.5.	Тематика курсовых проектов (курсовых работ) .....	8
4.	Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	8
4.1.	Нормативные документы и ГОСТы .....	8
4.2.	Основная литература .....	8
4.3.	Дополнительная литература .....	8
4.4.	Электронные образовательные ресурсы.....	8
4.5.	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение .....	9
4.6.	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	9
5.	Материально-техническое обеспечение .....	10
6.	Методические рекомендации .....	10
6.1.	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения .....	11
6.2.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
7.	Фонд оценочных средств .....	12
7.1.	Методы контроля и оценивания результатов обучения.....	12
7.2.	Шкала и критерии оценивания результатов обучения.....	12
7.3.	Оценочные средства .....	12

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

Целью освоения дисциплины «Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве» является формирование у студентов технологической подготовки по теории механизации и роботизации технологических процессов в механосборочном производстве, проектирование и разработка управляющих программ, необходимых для разработки, применения и эксплуатации современных методов и средств повышения эффективности производства.

Задачи дисциплины: основной задачей изучаемого материала является создание теоретической базы для освоения последующих дисциплин, в которых рассматриваются принципы проектирования роботизированных технических комплексов для механосборочного производства.

Обучение по дисциплине «Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-4. Разработка технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности массового (серийного) производства	ИПК -4.1. <b>Знает</b> САД-системы, САРР-системы: наименования, возможности и порядок работы в них. ИПК -4.2. <b>Умеет</b> использовать САД-системы, САРР-системы для организации и редактирования типовых конструкторско-технологических решений с целью их унификации. ИПК-4.3. <b>Владеет</b> разработкой типовых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий; технико-экономическое обоснование необходимости использования новых методов обработки и сборки машиностроительных изделий
ПК-5. Оперативное управление технологической подготовкой производства машиностроительных изделий	ИПК -5.1. <b>Знает</b> прикладные компьютерные программы для вычислений и управления проектами: наименования, возможности и порядок работы в них; ИПК -5.2. <b>Умеет</b> использовать прикладные компьютерные программы для расчета плановых показателей технологичности машиностроительных изделий ИПК-5.3. <b>Владеет</b> основы разработки плана работ по технологической подготовке производства машиностроительных изделий и работу в прикладных программах для вычислений: наименования, возможности и порядка работы в них

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина базируется на следующих, пройденных дисциплинах:

- «Автоматизированные системы технологической подготовки производства (САПП)»;
- «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»;

Дисциплина «Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве» логически связана с последующими дисциплинами: «Технология автоматической сборки», «Проектирование машиностроительного производства», «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии».

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов). Изучается на 3 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации -экзамен.

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

#### 3.1.1.Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3 семестр
<b>1</b>	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>36</b>	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	-	-
<b>2</b>	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>72</b>	72
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита практических работ	36	36
2.2	Самостоятельное изучение	36	36
<b>3</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	108

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе. Пример оформления Приложения 1 прилагается.

#### 3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	

1	<b>Раздел 1. Основные понятия робототехники в машиностроении</b>		<b>2</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
2	Тема 1. Определения роботов и робототехнических комплексов. Системы координат		2	2			8
3	<b>Раздел 2. Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи</b>		<b>4</b>	<b>4</b>			<b>16</b>
4	Тема 2. Преобразования координат		2	2			8
5	Тема 3. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов		2	2			8
6	<b>Раздел 3. Динамика манипуляторов. Приводы.</b>		<b>4</b>	<b>4</b>			<b>16</b>
7	Тема 4. Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов.		2	2			8
8	Тема 5. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.		2	2			8
9	<b>Раздел 4. Алгоритмы управления. Системы управления</b>		<b>3</b>	<b>3</b>			<b>16</b>
10	Тема 6. Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления.		2	2			10
11	Тема 7. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).		1	1			6
12	<b>Раздел 5. Программное обеспечение роботов</b>		<b>3</b>	<b>3</b>			<b>10</b>
13	Тема 8. Классификация языков программирования.		1	1			4
14	Тема 9. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.		2	2			6
15	<b>Раздел 6. Технологические аспекты робототехники</b>		<b>2</b>	<b>2</b>			<b>6</b>
16	Тема 10. Принципы построения робототехнических комплексов для машиностроения.		1	1			3
17	Тема 11. Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.		1	1			3
<b>Итого</b>		<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>			<b>72</b>

### 3.3 Содержание дисциплины

#### Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль промышленной робототехники в машиностроении. Многообразие прикладных робототехнических задач в машиностроении. Основные этапы развития и виды промышленных роботов, средства управления и сенсорные системы. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

#### *Раздел 1. Основные понятия робототехники в машиностроении*

Определения роботов и робототехнических комплексов

#### *Раздел 2. Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи*

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

#### *Раздел 3. Динамика манипуляторов. Приводы.*

Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.

#### *Раздел 4. Алгоритмы управления. Системы управления.*

Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).

#### *Раздел 5. Программное обеспечение роботов*

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

#### *Раздел 6. Технологические аспекты робототехники*

Принципы построения робототехнических комплексов для машиностроения. Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.

### 3.4 Тематика семинарских/практических занятий

#### 3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинар 1. Классификация робототехнических систем. Виды технологических процессов с РТК

Семинар 2. Системы координат. Виды систем управления

Семинар 3. Преобразования систем координат. Кинематический анализ манипуляторов

Семинар 4. Устройство систем управления. Устройство манипулятора.

Семинар 5. Программные среды моделирования роботов.

Семинар 6. Алгоритмизация работы робота

Семинар 7. Виды технологического оборудования РТК

Семинар 8. Проектирование технологической оснастки РТК

Семинар 9. Технологическая оснастка РТК. Подключение технологической оснастки РТК

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

### 4.2 Основная литература

1. 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

2. 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

4. 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 андронидный 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. 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

8. 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 Робототехнические системы для машиностроительного производства. / 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	
Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве	-
Проектирование технологической оснастки РТК	<a href="https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10186">https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10186</a>
Робототехнические системы для машиностроительного производства	<a href="https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7916">https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7916</a>



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 сайте [mospolytech.ru](http://mospolytech.ru) в разделе: «Центр математического образования» (<http://mospolytech.ru/index.php?id=4486>, <http://mospolytech.ru/index.php?id=5822>);

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: <http://i-exam.ru>, <http://fepo.ru>.

Тесты по высшей математике [http://function-x.ru/tests\\_higher\\_math.html](http://function-x.ru/tests_higher_math.html).

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://exponenta.ru>, <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/info/mathwebs.htm>.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины: [www.matematikalegko.ru](http://www.matematikalegko.ru)>studentu, [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru).

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

([elib.mgup](http://elib.mgup); [lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog](http://lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog)) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

#### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1	RoboGuide	Fanuc ltd.	Лицензионное	
2	Robot Studdio	ABB ltd.	Лицензионное	

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

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

#№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
<b>Информационно-справочные системы</b>			
1	Stack Overflow	<a href="https://stackoverflow.com/">https://stackoverflow.com/</a>	Доступна в сети Интернет без ограничений
2	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Доступно

<b>Электронно-библиотечные системы</b>			
3	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Доступна в сети Интернет без ограничений
4	IPR Books	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>	Доступна в сети Интернет без ограничений
<b>Профессиональные базы данных</b>			
5	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	Доступно
6	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>	Доступно

## **5. Материально-техническое обеспечение**

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами. Для проведения семинарских занятий требуется компьютерный класс (АВ1105)

## **6. Методические рекомендации**

Методика преподавания дисциплины «Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

- аудиторные занятия: лекции, семинарские занятия, тестирование;
- внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к семинарским занятиям.

### **Образовательные технологии**

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой «Автоматика и управление» 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", утвержденным 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 содержанием 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.

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.

## **6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомиться 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.

#### 1.2.4. Специальные рекомендации по конкретным видам учебной работы

При выполнении практических работ студент должен приходить на занятие предварительно изучив методические указания к практическим занятиям и требования в разделах ЛМС и письменно подготовить указанные задания

1.2.5. 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;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным практическим 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 практической работы.

## **7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе 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

**Раздел 7 РПД - ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном  
производстве»**

Направление подготовки

**15.04.01 Машиностроение**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Комплексные технологии сварочного и механосборочного 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 практических работ, экзамен.

Обучение по дисциплине «Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-4. Опытно-технологические работы по машиностроительным изделиям	<p>ИПК -4.1. <b>Знает</b> САД-системы, САРР-системы: наименования, возможности и порядок работы в них.</p> <p>ИПК -4.2. <b>Умеет</b> использовать САД-системы, САРР-системы для организации и редактирования типовых конструкторско-технологических решений с целью их унификации.</p> <p>ИПК-4.3. <b>Владеет</b> разработкой типовых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий; технико-экономическое обоснование необходимости использования новых методов обработки и сборки машиностроительных изделий</p>
ПК-5. Оперативное управление технологической подготовкой производства машиностроительных изделий	<p>ИПК -5.1. <b>Знает</b> прикладные компьютерные программы для вычислений и управления проектами: наименования, возможности и порядок работы в них;</p> <p>ИПК -5.2. <b>Умеет</b> использовать прикладные компьютерные программы для расчета плановых показателей технологичности машиностроительных изделий</p> <p>ИПК-5.3. <b>Владеет</b> основы разработки плана работ по технологической подготовке производства машиностроительных изделий и работу в</p>

	прикладных программах для вычислений: наименования, возможности и порядка работы в них
--	--

### 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	Устный опрос/ собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема	Вопросы по темам/разделам дисциплины

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом практических работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 70% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводиться как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	Описание
<i>Отлично</i>	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.
<i>Хорошо</i>	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.
<i>Удовлетворительно</i>	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.
<i>Неудовлетворительно</i>	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.

### 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 и защите практических работ в разделе 3.7.1.1 приведён перечень контрольных вопросов. Результаты текущего контроля успешно зачитываются, если при тестировании набрано не менее 75 баллов из 100 возможных.

#### Раздел 1. Основные понятия робототехники в машиностроении

РТК, предназначенные для работы в гибких производственных системах должны иметь: ... Укажите два правильных ответа.			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка

РТК, предназначенные для работы в гибких производственных системах должны иметь: ... Укажите два правильных ответа.			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	автоматизированную переналадку		50
B.	возможность встраиваться в ГПС		50
C.	мобильную платформу для перемещения		0
D.	интеллектуальную систему управления		0
E.	автоматизированный склад с инструментами		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:			
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)</i>			

## Раздел 2. Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи

Дополните предложение. Каждые два звена (элементарные составляющие) механизма, сочлененные друг с другом, образуют ... (укажите что)			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка



Дополните предложение. Каждые два звена (элементарные составляющие) механизма, сочлененные друг с другом, образуют ... (укажите что)			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	звено		0
B.	несколько тел		0
C.	кинематическую пару		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:			
<i>Позволяет выбрать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)</i>			

### Раздел 3. Динамика манипуляторов. Приводы.

Кинематические пары, по характеру соприкосновения звеньев делят на (укажите правильный набор названий)			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка

Кинематические пары, по характеру соприкосновения звеньев делят на (укажите правильный набор названий)			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
А.	с нагрузкой, без нагрузки.		0
В.	линейные, точечные		0
С.	низшие, высшие		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 выбрать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

#### Раздел 4. Алгоритмы управления. Системы управления.

В чем смысл представления Денавита–Хартенберга (ДХ-представление)			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка

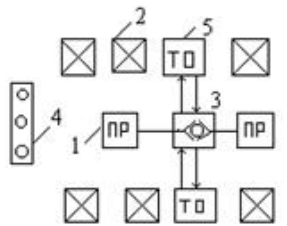
В чем смысл представления Денавита–Хартенберга (ДХ-представление)			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	описание вращательных и поступательных связей между соседними звеньями		0
B.	матричный метод последовательного построения систем координат, связанных с каждым звеном кинематической цепи.		0
C.	формировании однородной матрицы преобразования, имеющей размерность 4×4		100
<b>Общий отзыв к вопросу:</b>			
<b>Для любого правильного ответа:</b>		Ваш ответ верный.	
<b>Для любого неправильного ответа:</b>		Ваш ответ неправильный.	
<b>Подсказка 1:</b>			
<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Теги:</b>			
<i>Позволяет выбрать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)</i>			

### Раздел 5. Программное обеспечение роботов

Выберите те функции, что могут быть реализованы в типовом ПО. Четыре варианта.			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка

Выберите те функции, что могут быть реализованы в типовом ПО. Четыре варианта.			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	движение ПР по прямой или по окружности с интерполяцией в реальном масштабе времени		25
B.	условный вызов подпрограммы с аналогичными условиями; сброс вызова подпрограммы		25
C.	передача управления одной из подпрограмм, находящихся в оперативной памяти в зависимости от состояния соответствующих внешних входов		25
D.	выполнение программы без возврата		0
E.	увеличение значения содержимого счетчика		25
F.	нахождение разницы между значениями содержимого счетчика		0
<b>Общий отзыв к вопросу:</b>			
<b>Для любого правильного ответа:</b>		Ваш ответ верный.	
<b>Для любого неправильного ответа:</b>		Ваш ответ неправильный.	
<b>Подсказка 1:</b>			
<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Теги:</b>			
Позволяет выбрать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

### Раздел 6. Технологические аспекты робототехники

<p>На иллюстрации приведена компоновочная схема РТК. Прочтите и выберите правильное описание к ней.</p>  <p>Где: 1 - промышленный робот, 2 - накопитель, 3 - сборочная позиция, 4 - магазин сменных захватов, 5 - технологическое оборудование (ТО)</p>	МС
--	----

<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	линейное расположение технологического и вспомогательного оборудования		0
B.	линейно-параллельное расположение основного и вспомогательного оборудования, создаваемое на базе ПР тельферного типа с плечелоктевой конструкцией манипулятора		0
C.	комплексы, созданные на базе ПР, работающих в цилиндрической системе координат с горизонтальной осью вращения		0
D.	ПР, работающих в цилиндрической системе координат и характеризуется круговым расположением основного и вспомогательного оборудования		0
E.	ПР, работающих в сферической системе координат. Такие ПР используются для группового обслуживания разнотипного по схемам загрузки оборудования, а также при сварке, окраске		0
F.	ряд роботов одновременно и взаимосвязано обслуживают одну единицу технологического оборудования или одно рабочее место. Чаще всего используется на операциях автоматической сборки, где в качестве рабочего места используется поворотный стол		100
<b>Общий отзыв к вопросу:</b>			
<b>Для любого правильного ответа:</b>		Ваш ответ верный.	
<b>Для любого неправильного ответа:</b>		Ваш ответ неправильный.	
<b>Подсказка 1:</b>			
<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Теги:</b>			
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			

### 7.3.1.1 Вопросы для защиты практических работ

1. Состав роботизированного комплекса на базе IRB-140T?
2. Основные характеристики системы IRC5?
3. Характеристики технологической оснастки. Команды управления.

4. Состав элементов панели управления IRC5: основные клавиши?
5. Порядок включения СУ и запуска манипулятора. Режим "Manual".
6. Среда разработки программ RobotStudio. Характеристики.
7. Перечислить элементы меню программы RobotStudio.
8. Режимы ручного управления манипулятором от ППУ (FlexPendalt).
9. Этапы разработки программы на ППУ (FlexPendalt).
10. Какие переменные используются в программном обеспечении робота для задания точек?
11. Какова процедура назначения заданных точек?
12. Основные опции режима редактирования программ.
13. Основные опции режима обучения точек.
14. Перечислить команды, отвечающие за режимы перемещения манипулятора (прямолинейное, интерполированное).
15. Перечислить команды управления технологическим инструментом.
16. Синтаксис записи команд ветвления.
17. Синтаксис записи команд циклов.
18. Перечень служебных команд при программировании (задержки, задание скорости, смена конфигурации).
19. Перечислить средства и методы редактирования программ.
20. Способы работы с внешним носителем информации (flashпамятью), при считывании и сохранении управляющих программ.
21. Назначение и использование команды CONTINUE.
22. Варианты команд для завершения управляющей программы.
23. Синтаксис команд для вызова подпрограмм.
24. Последовательность выключения робота с СУ IRC5.
25. Последовательность разработки управляющей программы роботом для решения им задачи сборки «пирамиды»?
26. Как организовать циклы в теле программы?
27. Как запустить программу на выполнение в циклическом режиме?

### **7.3.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация проводится в 3 семестреобучения 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 и (одно, два ) практических задания
2. Перечень вопросов содержит 51 вопрос по изученным темам на лекционных и семинарских занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 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 для (3 семестр) (ПК-4, ПК-5)**

1. Какую область науки и техники занимает робототехника?
2. Из чего состоит механизм? Что называется кинематической цепью?
3. Что такое сервомеханизм? Каковы основные определения робототехники?
2. Каковы причины повышения рентабельности применения роботов? Сколько поколений роботов Вы знаете?
3. Чем отличаются между собой поколения роботов?
4. Каковы этапы развития робототехники?
1. Что представляет собой наука мехатроника? Что понимается под гибкостью роботов?
2. Какими характеристиками отличаются интеллектуальные роботы? Чем отличаются роботы второго поколения?
5. Как классифицируются кинематические пары?
6. Как определить степень подвижности манипулятора?
1. Каковы базовые системы координат манипулятора?
2. В чем сущность прямой задачи кинематики манипуляторов?
3. В чем сущность обратной задачи кинематики манипуляторов?
4. Какие звенья входят в конструкцию манипулятора.
5. Что собой представляет структура манипулятора?
6. По каким признакам классифицируются промышленные роботы?
7. По каким параметрам выбираются модели промышленных роботов?
8. Из каких модулей комплектуются роботы?
9. Какие типы электроприводов применяются в промышленных роботах?
10. Как классифицируются приводы роботов?
11. Чем сущность циклового программного управления роботами?
12. Какова область применения позиционных систем программного управления?
13. Какова область применения контурных систем программного управления?
14. Какие команды содержит кадр в система позиционного управления?
15. В чем сущность адаптивного управления роботами?
16. В чем сущность интеллектуального управления роботами?
17. Какова роль вычислительных систем в робототехнике?
18. На какие группы подразделяются информационные системы роботов?
19. Что представляет собой датчики обратной связи?
20. В чем сущность силомоментного оучувствления роботов?
21. Для чего применяют локационные датчики
22. Каковы недостатки аналоговых датчиков обратной связи?
23. Что такое тактильное оучувствление?
24. Какова область применения СТЗ в промышленных роботах?
25. Дистанционно управляемые манипуляторы с командным управлением.
26. Дистанционно управляемые манипуляторы с копирующим управлением.
27. Дистанционно управляемые манипуляторы с полуавтоматическим управлением.
28. Принцип дистанционного управления роботами (супервизорный и диалоговый)
29. Центрирующие захватные устройства
30. Базирующие захватные устройства
31. Фиксирующие захватные устройства
32. Захватные устройства, способные к перебазированию детали.
33. Классификация РТК машиностроения
34. Станочное оборудование РТК
35. РТК гальванопокрытий

36. Роботизация в литейном производстве
37. РТК горячей объемной штамповки
38. РТК холодной штамповки
39. Роботизированные сварочные комплексы
40. РТК нанесения лакокрасочных покрытий
41. Концепции построения РТК сборки
42. Вспомогательное оборудование РТК
43. Классификация грузочных устройств
44. Принципы проектирования промышленных роботов



**Тематический план содержания дисциплины «Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве»  
по направлению подготовки  
15.04.01 Машиностроение  
Профиль подготовки  
«Комплексные технологии сварочного и механосборочного производства»  
Форма обучения: очная  
Год набора: 2023/2024  
(Магистр)**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов		Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	Подгот. к УО	Подгот. к экз.	Э	З
	<b>Первый семестр</b>											
<b>1</b>	<i>Раздел 1. Основные понятия робототехники в машиностроении</i> Определения промышленных роботов и робототехнических комплексов	<b>3</b>	<b>1</b>	2			4		2	2		
2	Практическая работа 1. Классификация робототехнических систем. Виды технологических процессов с РТК	<b>3</b>	2		2		4		2	2		
<b>3</b>	<i>Раздел 2. Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи</i> Системы координат.	<b>3</b>	<b>3</b>	2			4		2	2		

	Кинематические пары и модели.											
4	Практическая работа 2. Системы координат. Виды систем управления	3	4		2		4		2		2	
5	<b>Раздел 2. Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи</b> Преобразования координат. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов.	3	5	2			4		2		2	
6	Практическая работа 3. Преобразования систем координат. Кинематический анализ манипуляторов	3	6		2		4		2		2	
7	<b>Раздел 3. Динамика манипуляторов. Приводы.</b> Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов.	3	7	2			4		2		2	
8	Практическая работа 4. Устройство систем управления. Устройство манипулятора.	3	8		2		4		2		2	
9	<b>Раздел 3. Динамика манипуляторов. Приводы.</b> Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.	3	9	2			4		2		2	
10	Практическая работа 5. Программные среды моделирования роботов.	3	10		2	3	4		2		2	
11	<b>Раздел 4. Алгоритмы управления.</b>	3	11	3			8		4		4	

	<i>Системы управления. Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).</i>											
12	Практическая работа 6. Алгоритмизация работы робота	<b>3</b>	12		2		8		4	4		
<b>13</b>	<b>Раздел 5. Программное обеспечение роботов</b> Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.	<b>3</b>	<b>13</b>	3			5		2	3		
14	Практическая работа 7. Виды технологического оборудования РТК	<b>3</b>	14		2		5		3	2		
<b>15</b>	<b>Раздел 6. Технологические аспекты робототехники</b> Принципы построения робототехнических комплексов для машиностроения.	<b>3</b>	<b>15</b>	1			2		1	1		
16	Практическая работа 8. Проектирование технологической оснастки РТК	<b>3</b>	16		2		2		1	1		
<b>17</b>	<b>Раздел 6. Технологические аспекты робототехники</b> Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и	<b>3</b>	<b>17</b>	1			1		1			

	литейного производств.											
<b>18</b>	Практическая работа 9. Технологическая оснастка РТК. Подключение технологической оснастки РТК	<b>3</b>	<b>18</b>	2		1		1				
	<b><i>Форма аттестации</i></b>		<b>19-21</b>								<b>Э</b>	
	Всего часов по дисциплине в первом семестре			18	18	-	72		37	35		
	Итого часов по дисциплине			108								