

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-  
Российского университета

\_\_\_\_\_ Ю.В. Машин

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2023 г.

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_/р

**КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РОБОТОВ И МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ**

(название учебной дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Направление подготовки** 15.03.06 – Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления подготовки)

**Направленность (профиль)** Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение

(наименование профиля подготовки)

**Квалификация (степень)** Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5,6
Лекции, часы	68
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	84
Зачет, семестр	5
Экзамен, семестр	6
Курсовая работа, семестр	6
Контактная работа по учебным занятиям, часы	168
Самостоятельная работа, часы	156
Всего часов / зачетных единиц	324 / 9

Кафедра-разработчик программы: Технология машиностроения

(название кафедры)

Составитель: А.П. Прудников, канд. техн. наук, доцент

(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника № 1046 от 17.08.2020, учебным планом рег. №150306-2.1 от 28.04.2023.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой Технология машиностроения  
(название кафедры)  
14.12.2023, протокол № 6.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.М. Шеменков

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом  
Белорусско-Российского университета

20.12.2023, протокол № 3.

Зам. председателя  
Научно-методического совета \_\_\_\_\_ С.А. Сухоцкий

Рецензент:  
О.В. Борисенко, начальник отдела механизации, автоматизации и охраны труда  
РУП «Могилевавтодор»  
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь \_\_\_\_\_

Начальник учебно-методического  
отдела \_\_\_\_\_ О.Е. Печковская

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Основной целью освоения дисциплины «Конструирование механизмов роботов и мехатронных систем» является ознакомление студентов с базовыми определениями и понятиями робототехники, принципами построения и функционирования исполнительных устройств роботов, основами их структурного анализа и синтеза, геометрических и технических характеристик, энергетического, прочностного, силового, точностного расчетов, а также методики их конструирования.

## 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

### **знать:**

- базовые понятия и определения робототехники;
- основы структурного анализа и синтеза исполнительных механизмов роботов;
- основы силового расчета исполнительных механизмов роботов;
- геометрические и технические характеристики роботов;
- основы кинематического расчета роботов;
- основы расчета приводов роботов;
- основы силового расчета рабочих органов роботов;
- основы расчета кинематической точности роботов;
- основы расчета тормозных, уравнивающих, люфтовывбирающих и направляющих устройств роботов;
- основы расчета рабочих органов роботов;
- основы конструирования механизмов роботов,

### **уметь:**

- классифицировать современные роботы и анализировать особенности их построения и функционирования;
- конструировать отдельные механизмы роботов;
- проводить структурный и силовой анализ и синтез исполнительных механизмов роботов;
- проводить кинематические, кинематические, силовые, прочностные и точностные расчеты исполнительных устройств роботов;
- проводить геометрические и кинематические расчеты преобразователей движения роботов.

### **владеть:**

- основами расчета и конструирования механизмов исполнительных устройств роботов.

## 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)», (часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- физика;
- теоретическая механика;
- механика материалов;
- электротехника и электроника;

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- проектирование роботов и робототехнических систем;
- САПР гибких производственных систем.

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лабораторных занятиях будут применены при прохождении технологической (проектно-технологической) практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

#### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-3	Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники.
ПК-7	Способен проводить конструкторские и расчетные работы по проектированию гибких производственных систем в машиностроении

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения специалиста (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания дисциплины и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	2	3	4
1	Введение	Основные термины и определения. Назначение и классификация робототехнических систем. Промышленные роботы и их классификация.	ПК-3 ПК-7
2	Структура роботов и манипуляторов.	Структура промышленного робота. Элементы кинематической структуры исполнительного механизма. Обобщенные координаты и степени подвижности. Структурные формулы исполнительных механизмов. Синтез структурных схем исполнительных механизмов.	
3	Основные характеристики роботов и манипуляторов	Геометрические характеристики роботов. Точностные характеристики роботов. Кинематические характеристики роботов. Технические характеристики роботов.	
4	Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	Системы координат роботов. Системы координат звеньев. Преобразования декартовых координат. Однородные координаты. Преобразования однородных координат. Уравнения кинематики исполнительного устройства робота. Прямая и обратная задачи кинематики. Дифференцирование матриц преобразования. Определение линейных скоростей и ускорений звеньев. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев. Кинетостатический расчет исполнительных устройств. Уравнения движения исполнительного устройства	
5	Приводы роботов и манипуляторов	Электромеханический привод. Кинематические характеристики привода. Положение центра массы исполнительного устройства. Сила сопротивления привода. Момент сопротивления привода. Выбор электродвигателя привода.	

		Передаточное отношение привода. Размещение приводов на исполнительном устройстве. Электродвигатели	
6	Преобразователи движения и направляющие роботов	Передача винт-гайка качения. Передача винт-гайка скольжения. Дифференциальная и интегральная передачи винт-гайка. Ременная передача. Волновая зубчатая передача. Планетарные передачи. Передачи с гибкой связью. Механизмы выборки мертвого хода. Направляющие с трением скольжения. Направляющие с трением качения. Шариковые LM-направляющие. Шарикосплайновые направляющие	
7	Рабочие органы роботов и манипуляторов	Захватные устройства. Классификация захватных устройств. Технические характеристики захватных устройств. Механические захватные устройства. Вакуумные захватные устройства. Магнитные захватные устройства. Многообъектные схваты. Многофункциональные схваты	
8	Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем	Датчики информации. Датчики положения и перемещения. Датчики скорости.	
9	Уравновешивающие механизмы роботов	Виды систем уравнивания. Грузовое уравнивание статических нагрузок вращающегося звена. Грузовое уравнивание статических нагрузок исполнительного устройства. Пружинный механизм с постоянной нагрузочной характеристикой уравнивания статических нагрузок. Пружинный механизм с синусно-косинусной нагрузочной характеристикой. Системы уравнивания силовых статических нагрузок. Системы уравнивания моментных статических нагрузок. Системы уравнивания комбинированных статических нагрузок. Системы уравнивания переменных статических нагрузок.	ПК-3 ПК-7
10	Прочность исполнительных устройств роботов	Усилия, действующие на звенья исполнительного устройства робота. Расчеты на прочность при статическом нагружении. Расчет исполнительного устройства робота на выносливость. Статистическая теория подобия усталостного разрушения. Расчет на выносливость при регулярном переменном нагружении. Расчет на прочность при нерегулярном переменном нагружении	
11	Жесткость исполнительных устройств роботов	Расчет звеньев исполнительного устройства робота на жесткость. Податливость преобразователей движения. Погрешность позиционирования исполнительного устройства робота. Первичные ошибки. Погрешности обобщенных координат. Погрешности ввода обобщенных координат. Кинематические погрешности и мертвый ход преобразователей движения. Погрешности обобщенных координат, вызванные податливостью преобразователей движения приводов. Погрешности обобщенных координат, вызванные упругими свойствами функциональных звеньев. Погрешность установки исполнительного устройства робота. Погрешность позиционирования робота	

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
<b>Семестр 5</b>							
<b>Модуль 1</b>							
1	Тема 1. Введение	2	Л. р. 1. Исследование точности позиционирования промышленного робота РП-5-2	2	3		
2	Тема 2. Структура роботов и манипуляторов	2	Л. р. 1. Исследование точности позиционирования промышленного робота РП-5-2	4	3	ЗЛР	5
3	Тема 3. Основные характеристики роботов и манипуляторов	2	Л. р. 2. Исследование нагрузочной характеристики привода промышленного робота РП-5-2	2	3		
4	Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	2	Л. р. 2. Исследование нагрузочной характеристики привода промышленного робота РП-5-2	4	3	ЗЛР	5
5	Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	2	Л. р. 3. Изучение системы управления и наладка робота РФ-202М	2	3		
6	Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	2	Л. р. 3. Изучение системы управления и наладка робота РФ-202М	4	3	ЗЛР	5
7	Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	2	Л. р. 4. Исследование усилия зажима захватного устройства робота РФ-202М	2	3		
8	Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов	2	Л. р. 4. Исследование усилия зажима захватного устройства робота РФ-202М	4	3	ЗЛР ТЗ ПКУ	5 10 30
<b>Модуль 2</b>							
9	Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов	2	Л. р. 5. Кинематический анализ кулачковых механизмов	2	4		
10	Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов	2	Л. р. 5. Кинематический анализ кулачковых механизмов	4	4		
11	Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов	2	Л. р. 5. Кинематический анализ кулачковых механизмов	2	4	ЗЛР	5
12	Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов	2	Л. р. 6. Структурный анализ роботов и манипуляторов	4	4		
13	Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов	2	Л. р. 6. Структурный анализ роботов и манипуляторов	2	4		
14	Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов	2	Л. р. 6. Структурный анализ роботов и манипуляторов	4	4	ЗЛР	5
15	Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов	2	Л. р. 7. Изучение системы программирования робота РФ-202М	2	4		
16	Тема 7. Рабочие органы роботов и манипуляторов	2	Л. р. 7. Изучение системы программирования робота РФ-202М	4	4		
17	Тема 7. Рабочие органы роботов и манипуляторов	2	Л. р. 7. Изучение системы программирования робота РФ-202М	2	4	ЗЛР ТЗ ПКУ	5 15 30
17						ПА (зачет)	40
	<b>Итого за 5 семестр</b>	34		50	60		100

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Семестр 6									
Модуль 1									
1	Тема 8. Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем	2			Л. р. 8. Изучение принципа работы датчиков обнаружения объектов	2	1		
2	Тема 8. Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем	2	Пр. р. 1. Кинематический расчет привода робота	2	Л. р. 8. Изучение принципа работы датчиков обнаружения объектов	2	1	ЗПР	2
3	Тема 8. Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем	2			Л. р. 8. Изучение принципа работы датчиков обнаружения объектов	2	2		
4	Тема 9. Уравновешивающие механизмы роботов	2	Пр. р. 2. Проектный расчет захватного устройства робота	2	Л. р. 8. Изучение принципа работы датчиков обнаружения объектов	2	2	ЗПР ЗЛР	2 5
5	Тема 9. Уравновешивающие механизмы роботов	2			Л. р. 9. Настройка работы станции загрузки на базе манипулятора FESTO	2	2		
6	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 3. Проектный расчет передачи винт- гайка скольжения	2	Л. р. 9. Настройка работы станции загрузки на базе манипулятора FESTO	2	1	ЗПР	2
7	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2			Л. р. 9. Настройка работы станции загрузки на базе манипулятора FESTO	2	1		
8	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 4. Проектный расчет передачи винт- гайка качения	2	Л. р. 9. Настройка работы станции загрузки на базе манипулятора FESTO	2	2	ЗЛР ЗПР ТЗ ПКУ	5 2 12 30
Модуль 2									
9	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2			Л. р. 10. Настройка работы станции транспортировки FESTO	2	1		
10	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 5. Проектный расчет шлицевых соединений	2	Л. р. 10. Настройка работы станции транспортировки FESTO	2	1	ЗПР	2
11	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2			Л. р. 10. Настройка работы станции транспортировки FESTO	2	2		
12	Тема 11. Жесткость исполнительных	2	Пр. р. 6. Проектный расчет	2	Л. р. 10. Настройка работы станции	2	1	ЗЛР ЗПР	5 2

	устройств роботов		зубчатой передачи		транспортировки FESTO				
13	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2			Л. р. 11. Изучение основ программирования манипулятора Kawasaki FS003N	2	1		
14	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 7. Проектный расчет планетарной передачи	2	Л. р. 11. Изучение основ программирования манипулятора Kawasaki FS003N	2	2	ЗПР	2
15	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2			Л. р. 11. Изучение основ программирования манипулятора Kawasaki FS003N	2	1		
16	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 8. Проектный расчет направляющих	2	Л. р. 11. Изучение основ программирования манипулятора Kawasaki FS003N	2	1	ЗПР	2
17	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2			Л. р. 11. Изучение основ программирования манипулятора Kawasaki FS003N	2	2	ЗЛР ТЗ ПКУ	5 12 30
1-17	Выполнение курсовой работы						36		
18-20							36	ПА (экзамен)	40
	<b>Итого за 6 семестр</b>	34		16		34	96		100
	<b>Итого по дисциплине</b>	68		16		84	156		

Принятые обозначения:

ЗЛР - защита лабораторной работы;

ЗПР - защита практической работы;

ТЗ – тестовые задания;

ПКУ - промежуточный контроль успеваемости.

ПА - промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

#### Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

#### Экзамен

Оценка	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Баллы	100-94	93-87	86-80	79-72	71-65	64-58	57-51	50-41	40-17	16-1	0

### 2.3 Требования к курсовой работе

Целью курсовой работы является закрепление знаний, полученных в ходе изучения дисциплины и навыков пользования нормативными документами и техническими нормативами. Исходным документом для выполнения курсовой работы является задание,

выданное преподавателем, содержащее кинематическую схему робота или манипулятора и все необходимые данные для расчета по вариантам.

Темой курсовой работы является: «Конструирование механизма робота».

Объем и содержание курсовой работы определяется методическими рекомендациями кафедры к выполнению курсовой работы.

Курсовая работа включает пояснительную записку объемом 35 - 50 страниц и графическую часть объемом 4 листа формата А1 или А2.

Перечень этапов выполнения курсовой работы и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

№	Этап выполнения	Минимум	Максимум
1	Обзор и анализ состояния вопроса по индивидуальному заданию руководителя	6	8
2	Кинематический расчет робота	8	12
3	Силовой расчет элементов конструкции робота	8	15
4	Проектирование, разработка эскизов и рабочих чертежей	8	15
5	Оформление расчётно-пояснительной записки	6	10
	Итого за выполнение курсовой работы	36	60
	Защита курсовой работы	15	40

Итоговая оценка курсового проекта (работы) представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Мультимедиа	Темы 1 - 11			68
2	Традиционные		Пр.р 1 - 8	Л.р. 1 - 11	100
<b>ИТОГО</b>		68	16	84	168

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Тестовые задания	4
2	Перечень контрольных вопросов к защите лабораторных работ	11
3	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ	8
4	Вопросы к зачету	1
5	Вопросы к экзамену	1
6	Перечень тем по курсовой работе	1

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>ПК-3 Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники.</i>			
<i>ИПК-3.3. Способен применять методики кинематических и прочностных расчетов систем</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные физические явления, протекающие в мехатронных и робототехнических системах	Владеет основными физико-математическими терминами, константами, описывающими мехатронные и робототехнические системы
2	Продвинутый уровень	Применяет физико-математические методы для решения задач в области мехатронных и робототехнических систем	Может с помощью физико-математического аппарата производить расчет параметров мехатронных и робототехнических систем
3	Высокий уровень	Способен на практике применять методики кинематических и прочностных расчетов систем в мехатронных и робототехнических системах	Может на практике с помощью физико-математического аппарата производить кинематический и прочностной расчет систем
<i>ПК-7 Способен проводить конструкторские и расчетные работы по проектированию гибких производственных систем в машиностроении</i>			
<i>ИПК-7.4. Способен выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки.</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает базовые понятия о проектно-конструкторской работе, базовые понятия метрологии и теории информации; примеры современных информационных систем	Представление о современных информационных технологиях мехатронных и робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Владеет навыками построения информационных систем; имеет представление о принципах построения и функционирования проектно-конструкторской работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки	Навыки построения проектно-конструкторской работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки
3	Высокий уровень	Способен использовать	Разработка проектно-

		современные достижения в области проектно-конструкторской работы; современные подходы к интеграции информационных устройств в единую мехатронную систему.	конструкторской работы мехатронных и робототехнических систем с применением современных достижений в области информационных технологий
--	--	---	--

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Оценка знаний, умений и навыков студентов по дисциплине производится по совокупности результатов, полученных в ходе выполнения и защиты индивидуальных заданий, написания контрольных работ, с учетом знаний, показанных студентом непосредственно на зачете и экзамене.

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ПК-3</i> Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники.	
Владеет основными физико-математическими терминами, константами, описывающими мехатронные и робототехнические системы.	Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям. Тестовые задания. Вопросы к зачету и экзамену.
Может с помощью физико-математического аппарата производить расчет параметров мехатронных и робототехнических систем.	Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям. Тестовые задания. Вопросы к зачету и экзамену.
Может на практике с помощью физико-математического аппарата производить кинематический и прочностной расчет систем.	Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям. Тестовые задания. Вопросы к зачету и экзамену.
<i>Компетенция ПК-7</i> Способен проводить конструкторские и расчетные работы по проектированию гибких производственных систем в машиностроении	
Представление о современных информационных технологиях мехатронных и робототехнических систем	Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям. Тестовые задания. Вопросы к зачету и экзамену.
Навыки построения проектно-конструкторской работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки.	Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям. Тестовые задания. Вопросы к зачету и экзамену.
Разработка проектно-конструкторской работы мехатронных и робототехнических систем с применением современных достижений в области информационных технологий	Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям. Тестовые задания. Вопросы к зачету и экзамену.

## 5.3 Критерии оценки практических работ

Защита практической работы оценивается - до 2 баллов (устные ответы на контрольные вопросы).

### Шкала критериев оценки защиты практических работ

Баллы	Требования к знаниям
2	Студент глубоко и прочно усвоил проверяемый материал курса, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач
1	Студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, частично ответил на поставленные вопросы по материалу выполненной работы
0	Студент не имеет знаний по пройденному материалу, не может выполнить практические задачи, не ответил на поставленные вопросы по материалу выполненной работы

#### 5.4 Критерии оценки лабораторных работ

Защита лабораторной работы оценивается - до 5 баллов (устные ответы на контрольные вопросы).

### Шкала критериев оценки защиты лабораторных работ

Баллы		Требования к знаниям
максимум	минимум	
5	3	Студент глубоко и прочно усвоил проверяемый материал курса, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач
2	0	Студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, частично ответил на поставленные вопросы по материалу выполненной работы

Тестовое задание в 5 семестре (модуль 1) оценивается до 10 баллов.

**Шкала критериев оценки выполнения тестовых заданий**

Баллы		Требования к знаниям
максимум	минимум	
10	8	Студент выполнил 85 % и более заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос
7	4	Студент выполнил от 40 % до 85 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
3	0	Студент выполнил менее 40 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).

Тестовое задание в 5 семестре (модуль 2) оценивается до 15 баллов.

**Шкала критериев оценки выполнения тестовых заданий**

Баллы		Требования к знаниям
максимум	минимум	
15	11	Студент выполнил 85 % и более заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос
10	6	Студент выполнил от 40 % до 85 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
5	0	Студент выполнил менее 40 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).

Тестовое задание в 6 семестре оценивается до 12 баллов.

**Шкала критериев оценки выполнения тестовых заданий**

Баллы		Требования к знаниям
максимум	минимум	
12	9	Студент выполнил 85 % и более заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос
8	5	Студент выполнил от 40 % до 85 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
4	0	Студент выполнил менее 40 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).

## 5.5 Критерии оценки курсовой работы

Оценка за курсовую работу выставляется путем суммирования баллов за ее выполнение и защиту. Максимальное количество баллов за выполнение работы -60, минимальное - 40. На защите - 40 баллов максимально и 15 минимально.

Количество баллов	Критерии оценки за выполнение курсовой работы
60	Работа выполнена согласно графику, в полном объеме согласно методическим рекомендациям, аккуратно. Пояснительная записка содержит все необходимые пояснения к расчетам, ссылки на используемую справочную и нормативную документацию, выводы. Графическая часть выполнена согласно требованиям ЕСКД.
40	Работа выполнена с нарушением графика, в полном объеме, небрежно. Пояснительная записка содержит полностью или частично пояснения к расчетам, ссылки на используемую справочную и нормативную документацию отсутствуют, выводы не полные. Графическая часть выполнена с нарушениями требованиям ЕСКД.
30	Ответы на вопросы полные, правильно используется терминология. При ответе используются знания нормативно технической документации
15	Ответы на вопросы поверхностные, стандарты и НТД не используется, поверхностное владение терминологией.

## 5.6 Критерии оценки зачета

К зачету допускаются студенты, набравшие в течение семестра 36 и более баллов. Минимальное количество баллов для получения положительной оценки на зачете составляет 15, максимальное - 40. Задание на зачете включает два теоретических вопроса, которые оцениваются до 20 баллов. Зачет проводится в письменной форме.

## 5.7 Критерии оценки экзамена

Баллы	Критерии
35-40	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в проектировании систем управления гидропневмоприводами, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
26-34	Достаточно полные и систематизированные знания по всем разделам учебной программы, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в проектировании систем управления гидропневмоприводами, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
15-25	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку. Умение ориентироваться в современных тенденциях и процессах проектирования и управления гидропневмоприводами.
0-14	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта. Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине. Неумение ориентироваться в современных тенденциях и процессах проектирования и управления гидропневмоприводами.

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- анализ/решение кейсов (ситуационных производственных, профессиональных задач);
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к тестированию;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа со справочной литературой и словарями;
- решение задач и упражнений по образцу;

Контроль самостоятельной работы студентов

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Москвичев, А. А. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов : учебное пособие / А.А. Москвичев, А.Р. Кварталов, Б.В. Устинов. — М. : ФОРУМ : ИНФРАМ, 2020 . — 176 с.	Допущено УМО АМ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1946454">https://znanium.com/catalog/product/1946454</a>
2	Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А. А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 223 с.	Допущено УМО АМ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений	<a href="https://znanium.com/catalog/product/2124918">https://znanium.com/catalog/product/2124918</a>

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учеб. пособие / А. П. Лукинов. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2016. - 608с. : ил.	-	1
2	Бейкгал Дж. Конструируем роботов. Дроны=Building Your Own Drones: a Bejinner's Guide to Drones, UAVs and ROVs	-	5

	: рук-во для начинающих / Бейктал Дж. ; пер. с англ. Ф. Г. Хохлова. - М. : Лаборатория знаний, 2019. - 223с. : ил.		
--	--	--	--

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

- <http://matlab.exponenta.ru/ml/book2/index.php> - справочник по MATLAB;
- <http://window.edu.ru/resource/199/56199/files/nkfil9.pdf> - Терехин В.В. Моделирование в системе MATLAB: Учебное пособие / Кемеровский государственный университет . - Новокузнецк: Кузбассвузиздат, 2004. - 376 с.;
- <https://www.youtube.com/user/MATLABinRussia> - официальный YouTube канал на русском языке по MATLAB;
- <http://matlab.exponenta.ru/simulink/default.php> - раздел посвященный среде Simulink;
- <http://ascon.ru> - официальный сайт компании АСКОН, разработчика САД КОМПАС 3D;
- <http://www.autodesk.ru> - официальный сайт компании Autodesk разработчика САД AutoCAD.

### 7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

#### 7.4.1 Методические рекомендации

1 Шеменков В.М., Черняков С. Г., Демиденко Е. Ю. Методические рекомендации к лабораторным занятиям по дисциплине «Конструирование механизмов роботов и мехатронных систем» для студентов специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», (электронный вариант).

2 Шеменков В.М., Черняков С. Г., Демиденко Е. Ю. Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Конструирование механизмов роботов и мехатронных систем» для студентов специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», (электронный вариант).

3 Шеменков В.М., Демиденко Е. Ю., Черняков С. Г. Методические рекомендации к курсовой работе по дисциплине «Конструирование механизмов роботов и мехатронных систем» для студентов специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» / сост. В. М. Шеменков, Е. Ю. Демиденко, С. Г. Черняков . - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2023. - 32с.

#### 7.4.2 Информационные технологии

- Тема 1. Введение;
- Тема 2. Структура роботов и манипуляторов;
- Тема 3. Основные характеристики роботов и манипуляторов;
- Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов;
- Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов;
- Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов;
- Тема 7. Рабочие органы роботов и манипуляторов;
- Тема 8. Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем;
- Тема 9. Уравновешивающие механизмы роботов;
- Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов;
- Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов;

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИ- ПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспортах:  
- лаборатории «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»  
рег. номер ПУЛ-4.441-117/1-23;  
- лаборатории «САПР», рег. номер ПУЛ-4.441-449/1-23.

