

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИМиАТ

 А.И.Елкин

« 30 » 06 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МЕХАНИКА РОБОТОВ»**

**направление подготовки / специальность**

**15.04.06 «Мехатроника и робототехника»**

**направленность (профиль) подготовки**

**«Мехатроника и робототехника в машиностроении»**

г. Владимир

2022 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Механика роботов» является получение знаний и навыков, необходимых для расчета, исследования и проектирования механической части робототехнических систем.

Задачи:

- умение составления математических моделей компонентов роботов;
- освоение навыков расчета параметров конструктивных элементов роботов на прочность, жесткость и точность;
- освоение практических навыков проектирования отдельных узлов и сложных сборочных единиц;
- овладение инженерными методами конструирования механической части роботов для конкретного применения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Механика роботов» относится к обязательной части.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.	ОПК-1.1. Знать: объект исследования; ОПК-1.2. Уметь: изучать свойства объекта; ОПК-1.3. Владеть: современными методами и методиками исследования, и критериями оценки полученного результата.	Знает: основные характеристики объекта исследования Умеет: изучать наиболее существенные свойства объекта Владеет: современными методами и методиками исследования, и критериями оценки полученного результата.	Презентация на практических занятиях
ОПК-7. Способен проводить маркетинговые исследования и подготавливать бизнес-планы выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения	ОПК-7.1. Знать: методы оценки эффективности разрабатываемых и исследуемых систем и устройств, а также результатов своей профессиональной деятельности; ОПК-7.2. Уметь: выполнять маркетинговые исследования; ОПК-7.3. Владеть: методикой подготовки технико-экономического обоснования проектов создания робототехнических систем и отдельных модулей;	Знает: методы оценки эффективности разрабатываемых и исследуемых систем и устройств. Умеет: выполнять маркетинговые исследования. Владеет: методикой подготовки технико-экономического обоснования проектов создания робототехнических систем и отдельных модулей.	Презентации на практических занятиях



## Продолжение таблицы

<p>ОПК-11. Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем.</p>	<p>ОПК-11.1. Знать: основные законы механики для составления моделей и расчета механических систем; методику составления расчетных схем; ОПК-11.2. Уметь: составлять векторно-матричные уравнения движения механических устройств мехатронных и робототехнических систем; ОПК-11.3. Владеть: математическим аппаратом для построения моделей и расчета механических систем.</p>	<p>Знает: основные законы механики для составления моделей и расчета механических систем; методику составления расчетных схем. Умеет: составлять векторно-матричные уравнения движения механических устройств мехатронных и робототехнических систем Владеет: математическим аппаратом для построения моделей и расчета механических систем</p>	<p>Презентации на практических занятиях</p>
<p>ОПК-12. Способен применять современные методы исследования мехатронных и робототехнических систем, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p>ОПК-12.1. Знать: методику построения моделей механических систем и их исследования; ОПК-12.2. Уметь: составлять модели действия нагрузок на конструктивные элементы; ОПК-12.3. Владеть: техникой построения моделей механических устройств робототехнических систем.</p>	<p>Знает: методику построения моделей механических систем в пакете Matlab и их исследования. Умеет: : составлять модели действия нагрузок на конструктивные элементы. Владеет: техникой построения моделей механических устройств робототехнических систем.</p>	<p>Выполнение заданий на моделирование механических устройств робототехнических систем</p>
<p>ПК-1. Способен выбирать и составлять модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники, использовать специализированные программные продукты для эмуляции и отладки процесса их работы</p>	<p>ПК-1.1. Знать: методику построения моделей механических систем и их исследования; ПК-1.2. Уметь: составлять модели действия нагрузок на конструктивные элементы; ПК-1.3. Владеть: техникой построения моделей механических устройств мехатронных и робототехнических систем.</p>	<p>Знает: методику построения моделей механических систем и их исследования. Умеет: составлять модели действия нагрузок на конструктивные элементы. Владеет: техникой построения моделей механических устройств мехатронных и робототехнических систем.</p>	<p>Выполнение заданий на моделирование механических устройств мехатронных и робототехнических систем</p>

## Продолжение таблицы

ПК-3. Способен производить расчёты основных характеристик мехатронных и робототехнических систем и выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии с техническим проектом отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	ПК-3.1. Знать: методику расчета различных механических устройств мехатронных и робототехнических систем; ПК-3.2. Уметь: выполнять необходимые расчеты механических устройств мехатронных и робототехнических систем; ПК-3.3. Владеть: приемами выполнения проектно-конструкторских работ в соответствии с техническим заданием.	Знает: методику расчета различных механических устройств мехатронных и робототехнических систем. Умеет: выполнять необходимые расчеты механических устройств мехатронных и робототехнических систем. Владеет: приемами выполнения проектно-конструкторских работ в соответствии с техническим заданием с использованием системы автоматизированного проектирования КОМПАС.	Выполнение заданий на проектирование отдельных сборочных единиц по заданию преподавателя
---	---	--	--

## 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов

**Тематический план  
форма обучения – очная**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	<b>Кинематика и динамика исполнительных кинематических цепей роботов</b>	1	1-11	11	11			18	
1.1	Задачи о положении точек и звеньев исполнительной кинематической цепи и их решение	1	1-4	4	4		3	6	
1.2	Скорости и ускорения точек и звеньев исполнительной кинематической цепи	1	5-7	3	3			6	Рейтинг-контроль №1



## Продолжение таблицы

1.3	Уравнения динамики манипуляторов роботов и их решение	1	8-11	4	4			6	
<b>2</b>	<b>Энергетический, силовой расчет и кинематический синтез мехатронного модуля робота</b>	1	12-15	7	7			27	
2.1	Основные характеристики двигателей применяемых в мехатронных модулях роботов	1	12	1	1		4	6	Рейтинг-контроль №2
2.2	Энергетический расчет мехатронного модуля робота	1	13-14	2	2		4	4	
2.3	Кинематический синтез модуля робота	1	15	1	1			6	
2.4	Силы и моменты, действующие в модулях роботов	1	16	1	1			5	Рейтинг-контроль №3
2.5	Силовой и динамический расчет модулей роботов	1	17-18	2	2		4	6	
	Всего за 1 семестр	108		18	18			45	Экзамен
<b>3</b>	<b>Расчет и конструирование подвижных систем мехатронных модулей и роботов</b>	2	1-6	6	6	6		30	
3.1	Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств	2	1-2	1	2	2	3	14	
3.2	Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД	2	3-4	2	2	2	4	4	

## Продолжение таблицы

3.3	Агрегатно-модульный принцип конструирования	2	5	2	1		3	6	Рейтинг-контроль №1
3.4	Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля	2	6	1	2	2		6	
<b>4</b>	<b>Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки</b>	2	7-13	7	7	6		30	
4.1	Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор	2	7-9	4	3	2	2	12	
4.2	Конструирование несущих элементов	2	10-11	2	2	2	2	8	Рейтинг-контроль №2
4.3	Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота	2	12-13	1	2	2		10	
<b>5</b>	<b>Тормозные и измерительные устройства в модулях. Механизмы рабочих органов роботов</b>	2	14-18	5	4	6		30	
5.1	Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев	2	14	2	1	2		14	
5.2	Датчики мехатронных модулей	2	15	1	1	2		6	
5.3	Механизмы рабочих органов роботов	2	16-18	2	2	2	1	10	Рейтинг-контроль №3
Всего за 2 семестр				18	18	18		90	Экзамен

## Продолжение таблицы

Наличие в дисциплине КР/КР							КР 2 семестр
Итого по дисциплине		36	36	18		135	экзамены 1 и 2 семестры

**Содержание лекционных занятий по дисциплине «Технологические процессы автоматизированных производств»**

Раздел 1. *Кинематика и динамика исполнительных кинематических цепей роботов*

Тема 1. Задачи о положении точек и звеньев исполнительной кинематической цепи и их решение

Содержание темы.

Базовая и связанные системы координат; однородные координаты. Прямая и обратная задачи кинематики. Преобразование координат, углы Эйлера. Метод Денавита-Хартенберга преобразования координат и решения задач о положении точек и звеньев исполнительной кинематической цепи. Сингулярности в робототехнике.

Тема 2. Скорости и ускорения точек и звеньев исполнительной кинематической цепи

Содержание темы.

Прямая и обратная задачи о скоростях и ускорениях точек и звеньев исполнительной кинематической цепи. Якобианы однородного преобразования. Дифференциальные преобразования.

Тема 3. Уравнения динамики манипуляторов роботов и их решение

Содержание темы.

Прямая и обратная задачи динамики в робототехнике. Обобщенные силы. Составление уравнений динамики и методы их решения. Пример составления уравнения динамики с использованием метода Лагранжа. Рекурсивный метод.

Раздел 2. *Энергетический, силовой расчет и кинематический синтез мехатронного модуля робота*

Тема 1. Основные характеристики двигателей, применяемых в мехатронных модулях роботов

Содержание темы.

Вращательные и линейные двигатели. Двигатели переменного и постоянного тока. Пьезодвигатели. Основные характеристики двигателей.

Тема 2. Энергетический расчет мехатронного модуля роботов

Содержание темы.

Задачи и основные этапы энергетического расчета. Предварительный выбор двигателя и проверочный расчет по моменту (силе). Тепловой расчет двигателя.

Тема 3. Кинематический синтез модуля роботов

Содержание темы.

Кинематические характеристики МПД. Прямые и обратные задачи о положении и скоростях точек и звеньев механизма. Определение передаточных функций МПД.

Тема 4. Силы и моменты, действующие в модулях роботов

Содержание темы.

Активные и пассивные силы и моменты. Приведенные массы и моменты инерции звеньев. Приведение сил и моментов сил.

Тема 5. Силовой и динамический расчет модулей робота

Содержание темы.



Определение сил и моментов сил, действующих на звенья модуля. Динамическая модель МПД. Модель МПД с учетом нелинейностей.

Раздел 3. *Расчет и конструирование подвижных систем мехатронных модулей и роботов*

Тема 1. Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств

Содержание темы.

Кинематическая схема модуля и правила ее выполнения. Критерии выбора МПД и методы их расчета. Выбор дополнительных устройств.

Тема 2. Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД.

Содержание темы.

Выполнение компоновочного и сборочного чертежей модуля. Критерии оптимизации при конструировании. Способы выборки люфтов в МПД. Правила выполнения рабочих чертежей.

Тема 3. Агрегатно-модульный принцип конструирования.

Содержание темы.

Унификация и стандартизация при конструировании. Агрегатно-модульный принцип конструирования.

Тема 4. Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля.

Содержание темы.

Основные погрешности, возникающие в механизмах передачи движения. Расчет погрешностей и методы их компенсации.

Раздел 4. *Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки*

Тема 1. Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор.

Содержание темы.

Назначение и условия работы направляющих поступательного перемещения. Направляющие скольжения и качения. Аэростатические, гидростатические и гидродинамические направляющие и опоры. Расчет направляющих. Конструирование опор валов.

Тема 2. Конструирование несущих элементов.

Содержание темы.

Функции несущих элементов и их конструирование. Расчет несущих элементов. Тепловые деформации несущих конструкций.

Тема 3. Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота

Содержание темы.

Задачи систем статической разгрузки. Виды устройств статического уравнивания. Разгрузка с помощью упругих элементов. Использование сжатого воздуха и жидкости.

Раздел 5. *Тормозные и измерительные устройства в модулях. Механизмы рабочих органов роботов*

Тема 1. Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев

Содержание темы.

Назначение устройств торможения и фиксации подвижных звеньев. Механические и электромагнитные тормоза. Индукционные муфты и тормоза. Гидравлические демпферы.

Тема 2. Датчики мехатронных модулей

Содержание темы.

Назначение устройств торможения и фиксации подвижных звеньев. Механические и электромагнитные тормоза. Индукционные муфты и тормоза. Гидравлические демпферы.

Тема 3. Механизмы рабочих органов роботов

Содержание темы.



Классификация рабочих органов роботов. Виды механизмов схватов. Кинематический и силовой расчет схватов.

### **Содержание практических занятий по дисциплине «Технологические процессы автоматизированных производств»**

Раздел 1. *Кинематика и динамика исполнительных кинематических цепей роботов*

Тема 1. Задачи о положении точек и звеньев исполнительной кинематической цепи и их решение

Содержание практических/лабораторных занятий.

Структурный анализ исполнительной кинематической цепи робота. Преобразование систем координат. Решение задач о положении точек и звеньев исполнительной кинематической цепи.

Тема 2. Скорости и ускорения точек и звеньев исполнительной кинематической цепи

Содержание практических/лабораторных занятий.

Решение задач кинематики исполнительной кинематической цепи робота.

Тема 3. Уравнения динамики манипуляторов роботов и их решение

Содержание практических/лабораторных занятий.

Решение задач динамики исполнительной кинематической цепи робота.

Раздел 2. *Энергетический расчет и кинематический синтез мехатронного модуля*

Тема 1. Основные характеристики двигателей, применяемых в мехатронных модулях.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет параметров двигателя для мехатронного модуля.

Тема 2. Энергетический расчет мехатронного модуля.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Определение требуемой мощности двигателя в модуле вращательного и поступательного движения.

Тема 3. Кинематический синтез модуля.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Определение передаточных функций МПД. Составление кинематической схемы механизма по входным и выходным параметрам

Тема 4. Силы и моменты, действующие в модулях.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Приведенные массы и моменты инерции звеньев. Приведение сил и моментов сил.

Тема 5. Силовой и динамический расчет модулей.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет сил и моментов сил, действующих на звенья модуля.

Раздел 3. *Расчет и конструирование подвижных систем мехатронных модулей и роботов*

Тема 1. Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение кинематической схемы модуля и правил ее выполнения. Составление кинематической схемы механизма по входным и выходным параметрам.

Тема 2. Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Выполнение компоновочного и сборочного чертежей модуля. Исследование люфта в механической передаче.

Тема 3. Агрегатно-модульный принцип конструирования.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение агрегатно-модульного принципа конструирования на примере модулей робота РПМ-25.



Тема 4. Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет погрешностей мехатронного модуля. Исследование погрешности позиционирования мехатронного модуля.

Раздел 4. *Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки*

Тема 1. Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет направляющих модуля робота. Исследование прямолинейности направляющих модуля робота.

Тема 2. Конструирование несущих элементов.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет несущих элементов конструкции робота. Исследование жесткости несущих элементов конструкции робота.

Тема 3. Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование системы статической разгрузки манипулятора параллельной структуры по его модели. Исследование системы статической разгрузки робота по компьютерной модели.

Раздел 5. *Тормозные и измерительные устройства в модулях. Механизмы рабочих органов роботов*

Тема 1. Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет электромагнитного тормоза. Исследование электромагнитного тормоза.

Тема 2. Датчики мехатронных модулей

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение энкодера и исследование его характеристик. Исследование датчика положения, применяемого в мехатронных модулях.

Тема 3. Механизмы рабочих органов роботов

Содержание практических/лабораторных занятий.

Составление кинематической схемы и определение усилий схвата. Исследование механизма схвата робота.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### *Рейтинг-контроль 1*

1. Базовые и связанные системы координат;
2. Углы Эйлера;
3. Однородные координаты;
4. Правила преобразования координат;
5. Разместить систему координат для механизма декартовой структуры;
6. Разместить систему координат для механизма цилиндрической структуры;
7. Разместить систему координат для механизма сферической структуры;
8. Разместить систему координат для механизма ангулярной структуры;



9. Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма декартовой структуры;
10. Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма цилиндрической структуры;
11. Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма сферической структуры;
12. Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма ангулярной структуры;
13. Решение обратной задачи о положении для механизма декартовой структуры;
14. Решение обратной задачи о положении для механизма цилиндрической структуры;
15. Решение обратной задачи о положении для механизма сферической структуры;
16. Решение обратной задачи о положении для механизма ангулярной структуры;
17. Построить рабочую зону для механизма цилиндрической структуры;
18. Построить рабочую зону для механизма сферической структуры;
19. Построить рабочую зону для механизма ангулярной структуры;
20. Виды сингулярностей в кинематических цепях роботов.

#### *Рейтинг-контроль 2*

1. Прямая и обратная задачи о скоростях точек и звеньев исполнительной кинематической цепи;
2. Прямая и обратная задачи об ускорениях точек и звеньев исполнительной кинематической цепи;
3. Построение матриц Якоби;
4. Решение прямой задачи о скорости рабочей точки для механизма декартовой структуры;
5. Решение прямой задачи о скорости рабочей точки для механизма цилиндрической структуры;
6. Решение прямой задачи о скорости рабочей точки для механизма сферической структуры;
7. Решение прямой задачи о скорости рабочей точки для механизма ангулярной структуры;
8. Решение обратной задачи о скоростях для механизма декартовой структуры;
9. Решение обратной задачи о скоростях для механизма цилиндрической структуры;
10. Решение обратной задачи о скоростях для механизма сферической структуры;
11. Решение обратной задачи о скоростях для механизма ангулярной структуры;
12. Силы и моменты, действующие на звенья исполнительной кинематической цепи манипулятора;
13. Приведение сил и моментов к главным векторам;
14. Построение динамической модели манипулятора в форме Ньютона-Эйлера;
15. Построение динамической модели манипулятора с использованием уравнения Лагранжа;
16. Метод кинетостатики;
17. Прямая и обратная задачи динамики манипуляторов;
18. Динамическая модель механизма манипулятора декартовой структуры;
19. Динамическая модель механизма манипулятора цилиндрической структуры;
20. Динамическая модель механизма манипулятора сферической структуры;

#### *Рейтинг-контроль 3*

1. Какие двигатели используются в мехатронных модулях роботов;
2. Требования к двигателям, применяемым в станочных модулях;
3. Особенности использования пьезодвигателей;
4. Особенности линейных двигателей;



5. Технические требования к двигателям мехатронных модулей;
6. Определение требуемой мощности двигателя в модуле вращательного движения;
7. Определение требуемой мощности двигателя в модуле поступательного движения;
8. Приведение параметров при энергетическом расчете;
9. Выбор двигателя и механизма преобразования движения при различном сочетании статической и динамической нагрузок;
10. Выбор двигателя и механизма преобразования движения из условия максимального быстродействия;
11. Кинематический синтез модуля;
12. Действующие силы и моменты сил в типовом модуле вращательного движения;
13. Действующие силы и моменты сил в типовом модуле поступательного движения;
14. Активные и реактивные силы в модулях;
15. Выбор системы координат при силовом расчете модуля;
16. Динамическая модель типового модуля вращательного движения;
17. Динамическая модель типового модуля поступательного движения;
18. Модель сил трения;
19. Использование пакета Matlab в исследовании динамики модулей;
20. Использование визуальных моделей в исследовании динамики модулей;

## **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.**

### *Экзамен*

#### *Вопросы для подготовки к экзамену*

1. Базовые и связанные системы координат. Углы Эйлера;
2. Однородные координаты. Правила преобразования координат;
3. Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма декартовой структуры;
4. Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма цилиндрической структуры;
5. Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма сферической структуры;
6. Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма ангулярной структуры;
7. Решение обратной задачи о положении для механизма декартовой структуры;
8. Решение обратной задачи о положении для механизма цилиндрической структуры;
9. Решение обратной задачи о положении для механизма сферической структуры;
10. Решение обратной задачи о положении для механизма ангулярной структуры;
11. Построение динамической модели манипулятора в форме Ньютона-Эйлера;
12. Построение динамической модели манипулятора с использованием уравнения Лагранжа;
13. Метод кинетостатики;
14. Прямая и обратная задачи динамики манипуляторов;
15. Динамическая модель механизма манипулятора декартовой структуры;
16. Динамическая модель механизма манипулятора цилиндрической структуры;
17. Динамическая модель механизма манипулятора сферической структуры;
18. Технические требования к двигателям мехатронных модулей роботов;
19. Определение требуемой мощности двигателя в модуле вращательного движения;
20. Определение требуемой мощности двигателя в модуле поступательного движения;
21. Выбор двигателя и механизма преобразования движения при различном сочетании статической и динамической нагрузок;



22. Выбор двигателя и механизма преобразования движения из условия максимального быстродействия;
23. Кинематический синтез модуля;
24. Действующие силы и моменты сил в типовом модуле вращательного движения;
25. Действующие силы и моменты сил в типовом модуле поступательного движения;
26. Выбор системы координат при силовом расчете модуля;
27. Модель сил трения;
28. Правила построения кинематической схемы модуля.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

1. Задачи о положении точек и звеньев исполнительской кинематической цепи и их решение;
2. Скорости и ускорения точек и звеньев исполнительской кинематической цепи;
3. Уравнения динамики манипуляторов роботов и их решение;
4. Основные характеристики двигателей, применяемых в мехатронных модулях роботов;
5. Энергетический расчет мехатронного модуля роботов;
6. Кинематический синтез модуля робота;
7. Силы и моменты, действующие в модулях роботов;
8. Силовой и динамический расчет модулей роботов;
9. Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств;
10. Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД;
11. Агрегатно-модульный принцип конструирования;
12. Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля;
13. Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор;
14. Конструирование несущих элементов;
15. Устройства статической разгрузки модулей и исполнительской кинематической цепи робота;
16. Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев;
17. Датчики мехатронных модулей;
18. Механизмы рабочих органов роботов.

Темы заданий на подготовку презентаций, в которые включаются вопросы, связанные с практической подготовкой обучающихся к профессиональной деятельности.

Требования к подготовке презентации:

- презентация содержит текстовую и графическую информацию в объеме, необходимом для раскрытия темы, но не менее 10-ти и не более 20-ти слайдов;
- презентация должна быть подготовлена и представлена в назначенный срок в часы по расписанию занятий;
- по структуре презентация должна содержать Введение, научно-технический обзор по теме, основную часть и Заключение, а также список заимствованных источников;
- в презентации приводятся корректные ссылки за заимствованные источники;
- оригинальные разработки необходимо выделить цветом и оформить в виде докладов на конференции или в виде публикаций.

### **5.4. Выполнение курсового проекта во 2 семестре**

Цель проекта - разработка конструкции мехатронного модуля перемещения рабочего органа, имеющего требуемые технические характеристики в соответствии с техническим заданием.



Задание на курсовой проект ориентировано на разработку конструкций мехатронных модулей современных металлообрабатывающих станков и роботов для реализации перемещений их рабочих органов по отдельным координатам. Варианты заданий, исходные данные и методика выполнения проекта приведены в методических указаниях

(А.В.Астафьев, А.В.Власенков, В.П.Умнов. Конструирование мехатронных модулей. Методические указания к выполнению курсового проекта. - Владимир: ВлГУ, 2011, 43с.)

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций, обучающихся по дисциплине, оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
<b>Основная литература*</b>		
1. Теория механизмов, машин и манипуляторов: Учебное пособие / Л.А. Борисенко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 285 с.: ил.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет)	2014	ISBN 978-5-16-004690-7— Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/92721.html">https://www.iprbookshop.ru/92721.html</a>
2. . Родин Б.П. Механика робота [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Родин Б.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 56 с.— 3. Проектирование механических передач: Учебное пособие / С.А. Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов. - 7 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 536 с	2013	ISBN 978-5-91134-492-4. Режим доступа: Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/18393.html">http://www.iprbookshop.ru/18393.html</a> ISSN:2227-8397
3. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учебное пособие / Подураев Ю.В. — Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 256 с.	2019	ISBN 978-5-4497-0063-6. -Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/86501.html">http://www.iprbookshop.ru/86501.html</a>
4. Таугер, В. М. Т24 Детали мехатронных модулей и роботов: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2011. – 127с.	2011	ISBN 978-5-94614-206-9
5. Умнов, В.П. Построение и моделирование манипуляционных исполнительных систем многофункциональных роботизированных технологических центров: учебное пособие / В. П. Умнов - Владимир: ВлГУ, 2016. – 120 с.	2016	ISBN 978-5-9984-0676-8 <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/5625">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/5625</a>
6. Умнов В.П., Мишулин Ю.Е. Моделирование динамики и управляемого движения исполнительных устройств манипуляционных роботов: учебное пособие/ В.П.Умнов – Владимир: ВлГУ, 2019. -152 с.	2019	ISBN 978-5-9984-0937-0 <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/5625">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/5625</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Механика. Основы расчёта и проектирования деталей машин: Учебное пособие / В.А. Жуков, Ю.К. Михайлов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 349 с.:	2014	ISBN 978-5-16-009218-82.
2. Жмудь В.А. Динамика мехатронных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Жмудь В.А., Французова Г.А., Востриков А.С.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 176 с.	2017	ISBN 978-5-7782-2415-5. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/45367">http://www.iprbookshop.ru/45367</a> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### 6.2. Периодические издания



Научно технический журнал «Мехатроника, автоматизация, управление».  
 Научно технический журнал «Известия ВУЗ «Электромеханика».  
 Научно технический журнал «Вестник машиностроения».

### 6.3. Интернет-ресурсы

<http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2965>


## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины на кафедре АМиР имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические/лабораторные работы проводятся в ауд. 109-2, 106-2, 105-2.

Материально-техническое оснащение дисциплины включает:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (телевизор, компьютер/ноутбук);
- компьютерный класс (10 компьютеров);
- робот «ЭлектроникаНЦ ТМ 0.1» (3шт), робот «РТ-10», робот «РМ0.1»;
- пакет ПО общего назначения (MS Office), пакет Matlab;
- механизмы и узлы мехатронных модулей роботов.

Рабочую программу составил доц. каф. АМиР  В.П. Умнов.


Рецензент

(представитель работодателя)

Главный конструктор ООО ВСЗ «Техника»  В. И. Юдин.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМиР

Протокол № 16 от 28.06.2022 года

Заведующий кафедрой АМиР  В.Ф Коростелев  
 (ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 15.04.04

Протокол № 13 от 24 июня 2022 года

Председатель комиссии зав. каф. АМиР.  В.Ф Коростелев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_