

**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)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности



А.А.Панфилов

« 01 » 07 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕХАНИКА РОБОТОВ**

Направление подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
 Профиль/программа подготовки Мехатроника и робототехника  
 Уровень высшего образования магистратура  
 Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Прак- тич. ня- тия, час	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точной аттеста- ции (экс./зачет)
1	3/108	18	18	-	45	27/экс.
2	3/108	-	18	18	36	36/экс. курсовой проект
Итого	6/216	18	36	18	81	27/экс., 36/экс., курсовой проект

Владимир 2019г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи: - освоение методикой расчета элементов механики робототехнических систем на прочность и жесткость;

- умение в составлении кинематических схем;

- овладение инженерными методами конструирования механической части робототехнических систем для конкретного применения.

- умение моделирования механизмов роботов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Механика роботов» относится к базовой части Б1.Б.03 блока дисциплин ОПОП магистратуры по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

Пререквизиты дисциплины: дисциплина опирается на знания предметов ОПОП магистратуры «Исполнительные системы мехатронных и робототехнических систем», «Анализ и использование научно-технической информации».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОК-3	частичное	знать источники научно-технической и патентной информации; уметь отбирать и анализировать необходимую информацию по теме научного исследования;
ОПК-1	частичное	владеть навыками использования ресурсов Интернет и современными компьютерными технологиями;
ОПК-2	частичное	уметь составлять векторно-матричные уравнения движения механических устройств мехатронных и робототехнических систем; уметь использовать дифференциальные уравнения для решения задач кинематики и динамики
ПК-1	полное	уметь применять основные законы механики для составления моделей и расчета механических систем; знать методику составления расчетных схем;
ПК-3	частичное	знать методику построения моделей механических систем и их исследования
ПК-6	частичное	уметь проводить простые механические измерения и выполнять эксперименты с отдельными механическими устройствами
ПК-8	частичное	составлять аналитические обзоры и научно-технических отчеты по результатам выполненной работы
ПК-10	полное	уметь выполнять расчеты на прочность, жесткость и точность конструктивных элементов мехатронных модулей и роботов с использованием ЭВМ уметь производить кинематические и динамические расчеты механических узлов модулей и роботов

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	<b>Кинематика и динамика исполнительных кинематических цепей роботов</b>	1	1-4	9	8		18	9/50	
1.1	Задачи о положении точек и звеньев исполнительской цепи и их решение	1	1-2	3	2		6	3/50	
1.2	Скорости и ускорения точек и звеньев исполнительской цепи	1	3-5	3	3		6	3/50	
1.3	Уравнения динамики манипуляторов роботов и их решение	1	6-7	3	3		6	3/50	Рейтинг-контроль №1
2	<b>Энергетический расчет и кинематический синтез мехатронного модуля</b>	1	8-9	6	8		12	6/60	
2.1	Основные характеристики двигателей применяемых в мехатронных модулях	1	10-11	2	2			2/100	
2.2	Энергетический расчет мехатронного модуля	1	12-13	2	2		2	2/50	Рейтинг-контроль №2
2.3	Кинематический синтез модуля	1	14-15	2	2		4	2/50	
3	<b>Силовой и динамический расчет мехатронных модулей</b>	1	16-17	4	2		12	4/100	
3.1	Силы и моменты, действующие в модулях	1	18	2			6	2/100	
3.2	Силовой и динамический расчет модулей	1	18	2	2		6	2/100	Рейтинг-контроль №3
	Всего за семестр _____			18	18		45	38/66	27/экз.
4	<b>Расчет и конструирование подвижных систем</b>	2	1-8	10	10	12	12	15/68	

	<b>мехатронных модулей.</b>								
4.1	Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств	2	1-2	4	4	6	4	8/80	
4.2	Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД	2	3-4	2	2	2	2	2/50	
4.3	Агрегатно-модульный принцип конструирования	2	5	2	2		4	2/100	
4.4	Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля	2	6-8	2	2	4	2	3/50	Рейтинг-контроль №1
<b>5</b>	<b>Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки</b>	2	9-14		6	8	20	8/80	
5.1	Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор	2	9-10		2	4	8	4/100	
5.2	Конструирование несущих элементов	2	11-12		2	2	8	2/100	
5.3	Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота	2	13-14		2	2	4	2/50	Рейтинг-контроль №2
<b>6</b>	<b>Тормозные и измерительные устройства в модулях. Механизмы рабочих органов роботов</b>	2	15-18		6	4	21	11/92	
6.1	Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев	2	15		2	2	8	3/75	
6.2	Датчики мехатронных модулей	2	16		2		6	4/100	
6.3	Механизмы рабочих органов роботов	2	17-18		2	2	7	4/100	Рейтинг-контроль №2
	Всего за семестр				18	18	81	31/86	45/экз.
Наличие в дисциплине КП/КР		2							2 семестр

Итого по дисциплине	18	36	18	81	104/72	27/экз. (1сем.) 36/экз. (2сем.) Курсовой проект(2 сем.)
---------------------	----	----	----	----	--------	--

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

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

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

Базовая и связанные системы координат; однородные координаты. Прямая и обратная задачи кинематики. Преобразование координат, углы Эйлера. Метод Денавита-Хартанберга 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*

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*

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 расчет и кинематический синтез мехатронного модуля робота.

#### *Тема 1 Основные характеристики двигателей применяемых в мехатронных модулях.*

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

#### *Тема 2 Энергетический расчет мехатронного модуля.*

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

#### *Тема 3 Кинематический синтез модуля.*

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

### Раздел 3. Силовой и динамический расчет мехатронных модулей.

#### *Тема 1 Силы и моменты, действующие в модулях.*

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

#### *Тема 2 Силовой и динамический расчет модулей.*

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

### Раздел 4. Расчет и конструирование подвижных систем мехатронных модулей.

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

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.*

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.*

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

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

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

### Раздел 5. Конструирование направляющих и несущих конструкций.

#### Устройства статической разгрузки

#### *Тема 1 Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор.*

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.**

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

### **Тема 3 Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота**

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

### **Раздел 6. Тормозные и измерительные устройства в модулях. Механизмы рабочих органов роботов**

#### **Тема 1 Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев**

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

#### **Тема 2 Датчики мехатронных модулей**

Типы датчиков, применяемых в мехатронных модулях. Требования к датчикам в зависимости от условий применения. Встраивание датчиков в конструкцию модуля.

#### **Тема 3 Механизмы рабочих органов роботов**

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

## **Содержание практических занятий по дисциплине**

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

Тема 1. Практическая работа №1 Структурный анализ исполнительной кинематической цепи робота.

Тема 2. Практическая работа №2. Решение задач о положении точек и звеньев исполнительной кинематической цепи робота

Тема 3. Практическая работа №3. Решение задач кинематики исполнительной кинематической цепи робота.

Тема 4. Практическая работа №4. Решение задач динамики исполнительной кинематической цепи робота

### **Раздел 2. Конструирование направляющих и несущих конструкций.**

#### **Устройства статической разгрузки**

Тема 1. Практическая работа №1 Расчет направляющих скольжения и качения

Тема 2. Практическая работа №2. Расчет опор

Тема 3. Практическая работа №3. . Расчет несущих элементов роботов

### **Раздел 3. Тормозные и измерительные устройства в модулях.**

#### **Механизмы рабочих органов роботов**

Тема 1. Практическая работа №1 Расчет тормозного устройства

Тема 2. Практическая работа №2. Расчет демпфера

Тема 3. Практическая работа №3. Расчет схвата

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

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

Тема 1. Лабораторная работа №1 Составление кинематической схемы механизма по входным и выходным параметрам

Тема 2. Лабораторная работа №2. Изучение кинематических схем роботов

Тема 3. Лабораторная работа №3. Исследование передачи гибким органом на основе ее компьютерной модели

### **Раздел 3.Силовой и динамический расчет мехатронных модулей.**

Тема 1. Лабораторная работа №1 Силовой анализ механизма

Тема 2. Лабораторная работа №2. Исследование зубчатой передачи на основе ее компьютерной модели

Тема 3. Лабораторная работа №3. Составление модели и исследование передачи винт - гайка.

### **Раздел 4. Расчет и конструирование подвижных систем мехатронных модулей.**

Тема 1. Лабораторная работа №1 Исследование шарнирно-рычажного механизма с помощью компьютерной модели в SimMechanic

Тема 2. Лабораторная работа №2. Моделирование зубчатого зацепления

Тема 3. Лабораторная работа №3. Моделирование механизма робота

### **Раздел 5. Конструирование направляющих и несущих конструкций.**

#### **Устройства статической разгрузки**

Тема 1. Лабораторная работа №1 Исследование кинематических и динамических свойств манипулятора параллельной структуры по его модели

Тема 2 Лабораторная работа №2. Исследование системы статической разгрузки манипулятора параллельной структуры по его модели

Тема 3. Лабораторная работа №3. Исследование тормозного устройства

### **Раздел 6.Тормозные и измерительные устройства в модулях.**

#### **Механизмы рабочих органов роботов**

Тема 1. Лабораторная работа №1 Изучение энкодера и исследование его характеристик

Тема 2. Лабораторная работа №2. Составление кинематической схемы и определение усилий схвата

Тема 3. Лабораторная работа №3. Исследование схвата

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для реализации компетентного подхода в учебный процесс интегрируются интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), а также применяются:

- учебные дискуссии;
- видеотренинги;
- проблемное обучение;
- методы групповой работы;
- компьютерная симуляция (процессов, объектов и т. п. по профилю дисциплины);
- мультимедийные технологии при проведении учебных занятий.

Для проведения контрольных мероприятий предлагается использовать компьютерные контрольные задания.

Самостоятельная работа студентов подкрепляется использованием ресурсов Интернет.

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

**Текущий контроль:**

## 6.1. Рейтинг-контроль, 1 сем

### *Задания к рейтинг – контролю №1*

- 1 Назовите основные требования к машинам и механизмам
- 2 Определения машины и механизма
- 3 Классификация механизмов
- 4 Структура мехатронных модулей и роботов
- 5 Структурные элементы механизма.
- 6 Основные виды механизмов
- 7 Виды кинематических цепей роботов
- 8 Основные уравнения кинематики
- 9 Законы поступательного движения
- 10 Законы Ньютона
- 11 Законы вращательного движения
- 12 Сложное движение твердого тела
- 13 Понятие силы и момента силы
- 14 Разновидности сил, действующих в машинах и механизмах
- 15 Как производится приведение сил к главному вектору
- 16 Как производится приведение моментов сил к главному моменту
- 17 Принцип Даламбера
- 18 Приведение сил и моментов к главному вектору
- 19 Уравнение Лагранжа
- 20 Метод кинетостатики

### *Задания к рейтинг – контролю №2*

- 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

### *Задания к рейтинг – контролю №3*

- 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 исполнительный 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

**Промежуточная аттестация:  
6.2 Экзамен, 1 семестр.**

*Вопросы к экзамену*

- 1 Основные требования к машинам и механизмам
- 2 Определения машины и механизма, классификация механизмов
- 3 Структура мехатронных модулей и роботов
- 4 Структурные элементы механизма. Основные виды механизмов
- 5 Основные уравнения кинематики. Законы поступательного и вращательного движения
- 6 Законы Ньютона. Принцип Даламбера
- 7 Разновидности сил, действующих в машинах и механизмах. Силы и моменты сил, действующие в манипуляторах.
- 8 Уравнение Лагранжа
- 9 Базовые и связанные системы координат. Углы Эйлера
- 10 Однородные координаты. Правила преобразования координат
- 11 Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма декартовой структуры
- 12 Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма цилиндрической структуры
- 13 Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма сферической структуры
- 14 Решение прямой задачи о положении рабочей точки для механизма ангулярной структуры
- 15 Решение обратной задачи о положении для механизма декартовой структуры
- 16 Решение обратной задачи о положении для механизма цилиндрической структуры
- 17 Решение обратной задачи о положении для механизма сферической структуры
- 18 Решение обратной задачи о положении для механизма ангулярной структуры
- 19 Построение динамической модели манипулятора в форме Ньютона-Эйлера
- 20 Построение динамической модели манипулятора с использованием уравнения Лагранжа
- 21 Метод кинетостатики
- 22 Прямая и обратная задачи динамики манипуляторов
- 23 Динамическая модель механизма манипулятора декартовой структуры
- 24 Динамическая модель механизма манипулятора цилиндрической структуры
- 25 Динамическая модель механизма манипулятора сферической структуры

### 6.3 Самостоятельная работа студентов, 1 семестр

Самостоятельная работа студента выполняется в соответствии с учебным планом и программой дисциплины. Самостоятельная работа выполняется с целью углубления и закрепления знаний. Самостоятельная работа включает в себя рефераты, представляемые в электронном виде, по согласованным с преподавателем темам из разделов курса.

#### Темы СРС

- 1 Общие сведения о машинах и механизмах.
2. Структура механизмов.
3. Основные законы механики
4. Основы кинематики и динамики механизмов и машин
5. Механизмы мехатронных модулей и роботов
6. Задачи о положении точек и звеньев исполнительской кинематической цепи и их решение.
7. Скорости и ускорения точек и звеньев исполнительской кинематической цепи
8. Уравнения динамики манипуляторов роботов и их решение

#### Текущий контроль:

#### 6.4 Рейтинг-контроль, 2 семестр

##### *Задания к рейтинг – контролю №1*

- 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

##### *Задания к рейтинг – контролю №2*

- 1 Правила построения кинематической схемы модуля
- 2 Пример кинематической схемы модуля вращательного движения
- 3 Пример кинематической схемы модуля поступательного движения
- 4 Модуль с червячной передачей
- 5 Модуль с открытыми зубчатыми передачами
- 6 Модуль с волновой передачей
- 7 Модуль с планетарной передачей
- 8 Модуль с цевочной эпициклической передачей
- 9 Схема модуля выдвижения руки робота
- 10 Схема модуля поворота руки робота
- 11 Схема модуля подъема руки робота
- 12 Схема модуля двойного качания робота

- 13 Схема модуля ротации схвата робота
- 14 Схема модуля качания схвата робота
- 15 Схема модуля транспортного движения робота
- 16 Схема модуля поворотного стола станка
- 17 Схема модуля двухкоординатного стола
- 18 Схема модуля шпиндельного узла станка
- 19 Схема модуля поступательного перемещения стола станка
- 20 Схема модуля лазерной установки

### *Задания к рейтингу – контролю №3*

- 1 Основные этапы и задачи конструирования модуля
- 2 Последовательность проектирования модуля
- 3 Построение структурной схемы модуля
- 4 Создание конструктивной схемы модуля
- 5 Структурные единицы конструкции и составляющие элементы
- 6 Согласованность направлений сил и перемещений
- 7 Уравновешенность и виброзащищенность
- 8 Самоприспособляемость технической системы
- 9 Выборка люфтов в ненагруженных цепях
- 10 Выборка люфта в нагруженных передачах
- 11 Принцип замыкания силового потока
- 12 Принцип агрегатно - модульного конструирования
- 13 Достоинства и недостатки метода агрегатно - модульного конструирования
- 14 Модули робота РПМ-25
- 15 Модули руки робота РПМ-25
- 16 Влияние точности деталей на точность модуля
- 17 Статическая и динамическая погрешности модуля
- 18 Погрешности механических передач
- 19 Измерение погрешности модулей
- 20 Температурные деформации элементов модуля и их компенсация.

### **Промежуточная аттестация:**

**6.5 экзамен 2 семестр.**

### *Вопросы к экзамену*

- 1 Требования к двигателям, применяемым в станочных модулях
- 2 Технические требования к двигателям мехатронных модулей роботов
- 3 Определение требуемой мощности двигателя в модуле вращательного движения
- 4 Определение требуемой мощности двигателя в модуле поступательного движения
- 5 Выбор двигателя и механизма преобразования движения при различном сочетании статической и динамической нагрузок
- 6 Выбор двигателя и механизма преобразования движения из условия максимального быстродействия
- 7 Кинематический синтез модуля
- 8 Действующие силы и моменты сил в типовом модуле вращательного движения
- 9 Действующие силы и моменты сил в типовом модуле поступательного движения
- 10 Выбор системы координат при силовом расчете модуля
- 11 Модель сил трения
- 12 Правила построения кинематической схемы модуля
- 13 Пример кинематической схемы модуля поступательного движения
- 14 Модули с открытыми зубчатыми и червячными передачами
- 15 Модуль с волновой передачей
- 16 Модуль с планетарной передачей
- 17 Основные этапы и задачи конструирования модуля
- 18 Создание конструктивной схемы модуля

- 19 Выборка люфтов в кинематических цепях
- 20 Принцип замыкания силового потока
- 21 Принцип агрегатно - модульного конструирования
- 22 Модули робота РПМ-25
- 23 Статическая и динамическая погрешности модуля
- 24 Температурные деформации элементов модуля и их компенсация
- 25 Погрешности механических передач

## 6.6 Самостоятельная работа студентов, 2 семестр

### Темы СРС

- 1 Энергетический расчет мехатронного модуля.
- 2 Основные механические свойства материалов.
- 3 Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии
- 4 Кинематический анализ и синтез модулей и манипуляторов роботов
- 5 Силы и моменты, действующие в модулях.
- 6 Силовой и динамический расчет модулей
- 7 Разработка кинематической схемы модуля.
- 8 Выбор типа МПД и дополнительных устройств
- 9 Конструирование модуля..
- 10 Агрегатно-модульный принцип конструирования
- 11 Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля

## 6.7. Учебным планом предусмотрено 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 средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом

## 7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Теория механизмов, машин и манипуляторов: Учебное пособие / Л.А. Борисенко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание,	2013	9	-

2013. - 285 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) — ISBN 978-5-16-004690-7.			
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 Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/18393">http://www.iprbookshop.ru/18393</a> . — ЭБС «IPRbooks», по паролю ISSN:2227-8397	2013	5	-
3. . Андрейкин П.В. Теория проектирования мехатронных устройств. Часть 2 [Электронный ресурс]: методические указания/ Андрейкин П.В., Зезекало А.В., Исаев И.Ш.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013.— 108 с. - Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/31644">http://www.iprbookshop.ru/31644</a> . — ЭБС «IPRbooks», по паролю ISBN 978-5-91134-492-4.	2013	2	
Дополнительная литература			
1. Механика. Основы расчёта и проектирования деталей машин: Учебное пособие / В.А. Жуков, Ю.К. Михайлов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 349 с.: - ISBN 978-5-16-009218-82.	2014	5	-
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 государствен-	2014	3	-

ный технический университет, 2014.— 176 с. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/45367">http://www.iprbookshop.ru/45367</a> . — ЭБС «IPRbooks», по паролю ISBN 978-5-7782-2415-5.			
3. Шигео Хиросэ Бионические роботы [Электронный ресурс]: змееподобные мобильные роботы и манипуляторы/ Шигео Хиросэ— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2014.— 272 с. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/28881">http://www.iprbookshop.ru/28881</a> . — ЭБС «IPRbooks», по паролю.- ISBN 978-5-4344-0194-4	2014		
4. "КОМПАС - 3D. Моделирование, проектирование и расчет механических систем [Электронный ресурс]: Кудрявцев Е.М. - М.: ДМК Пресс, 2008. - (Серия "Проектирование")." ЭБС "Консультант студента"Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744184.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744184.html</a>	2008		

## 7.2. Периодические издания

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

## 7.3. Интернет-ресурсы

1. Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности - <http://www.rupto.ru/>;
2. Сайт Федерального института промышленной собственности - <http://www1.fips.ru/>.

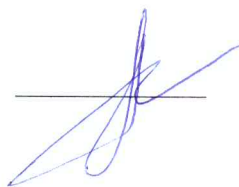
## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия (ауд.109-2):
  - а) доска, маркер, комплект электронных презентаций/слайдов, учебные видеофильмы
  - б) аудитория, оснащенная презентационной техникой (телевизор, компьютер/ноутбук).
2. Лабораторные занятия (ауд.105-2):
  - а) компьютерный класс (10 компьютеров);
  - б) робот «ЭлектроникаНЦ ТМ 0.1» ( 3шт), робот «Фанус», токарный станок с ЧПУ модели «МА-6300»;

- с) пакет ПО общего назначения (MS Office), пакет Matlab;
- d) механизмы и узлы мехатронных модулей;
- 3. Прочее:
  - a) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
  - b) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Умнов В.П.  
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
ООО ВСЗ «Техника»,  
Эксперт по научно-техническому  
сопровождению инновационных  
разработок и технол. процессов



Колов П.Б

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМиР

Протокол № 1 от 01.04.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Коростелёв В.Ф.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Протокол № 1 от 01.04.19 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Коростелёв В.Ф.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

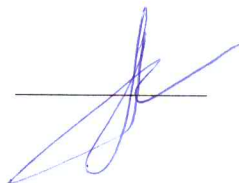
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

- с) пакет ПО общего назначения (MS Office), пакет Matlab;
- d) механизмы и узлы мехатронных модулей;
- 3. Прочее:
  - a) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
  - b) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Умнов В.П..  
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
ООО ВСЗ «Техника»,  
Эксперт по научно-техническому  
сопровождению инновационных  
разработок и технол. процессов



Колов П.Б

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМиР

Протокол № 1 от 01.04.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
Коростелёв В.Ф.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Протокол № 1 от 01.04.19 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  
Коростелёв В.Ф.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2020/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
В.Ф. Коростелёв



## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*НАИМЕНОВАНИЕ*

образовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность: наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
  Подпись  ФИО