

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

А.И.Елкин

30 06 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕХАНИКА МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

направление подготовки / специальность

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

направленность (профиль) подготовки

«Мехатроника и робототехника в машиностроении»

г. Владимир

2022 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи:

- умение в составлении кинематических схем;
- расчете параметров конструктивных элементов на прочность и жесткость;
- освоение практических навыков проектирования отдельных узлов и сложных сборочных единиц;
- овладение инженерными методами конструирования механической части мехатронных и робототехнических систем для конкретного применения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Механика мехатронных и робототехнических систем» 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 (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-11.Способен разрабатывать и проектировать механические устройства и подсистемы мехатронных и робототехнических систем в соответствии с техническим заданием.	ОПК-11.1. Знать: методы и средства проектирования механических устройств мехатронных и робототехнических систем; ОПК-11.2 Уметь: разрабатывать механические устройства мехатронных и робототехнических систем; ОПК-11.3 Владеть: современными методами и методиками проектирования.	Знает: основные методы и средства проектирования механических устройств мехатронных и робототехнических систем; Умеет: разрабатывать механические устройства мехатронных и робототехнических систем Владеет: современными программными продуктами, методами и методиками проектирования.	Презентация на практических занятиях
ОПК-12. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;	ОПК-12.1. Знать: основные сведения по монтажу и наладке механической части мехатронных и робототехнических систем. ОПК-12.2. Уметь: выполнять монтажно-наладочные операции механической части мехатронных и робототехнических систем. ОПК-12.3 Владеть: методическими и нормативными документами, в том числе проектами стандартов и сертификатов, с	Знает: необходимые сведения по монтажу и наладке механической части мехатронных и робототехнических систем. Умеет: выполнять монтажно-наладочные операции механической части мехатронных и робототехнических систем. Владеет: навыками использования методических и	Презентация на практическом занятии

Продолжение таблицы

	учетом действующих стандартов качества.	нормативных документов, в том числе стандартов и сертификатов, с учетом действующих стандартов качества.	
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	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.	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.	Выполнение заданий на моделирование механических устройств мехатронных и робототехнических систем
ПК-6. 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-6.1. Знать: методику расчета различных устройств мехатронных и робототехнических систем; ПК-6.2. Уметь: выполнять необходимые расчеты механических устройств мехатронных и робототехнических систем; ПК-6.3. Владеть: приемами выполнения проектно-конструкторских работ в соответствии с техническим заданием	Знает: методику расчета различных механических устройств мехатронных и робототехнических систем; Умеет: выполнять необходимые проектные расчеты механических устройств мехатронных и робототехнических систем; Владеет: навыками выполнения проектно-конструкторских работ в соответствии с техническим заданием	Выполнение заданий на проектирование отдельных сборочных единиц по заданию преподавателя
ПК-7. Способен разрабатывать, анализировать и оформлять конструкторскую, технологическую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями с использованием стандартного программного обеспечения	ПК-7.1. Знать: методику оформления проектов различных механических устройств мехатронных и робототехнических систем; ПК-7.2. Уметь: использовать стандартные и прикладные пакеты программ для разработки и оформления технической документации, при проведении расчетных и конструкторских работ; ПК-7.3. Владеть: навыками выполнения проектно-конструкторских работ в соответствии с техническим заданием.	Знает: методику оформления проектов различных механических устройств мехатронных и робототехнических систем; Умеет: использовать стандартные и прикладные пакеты программ для разработки и оформления технической документации, при проведении расчетных и конструкторских работ; Владеет: навыками выполнения проектно-конструкторских работ в соответствии с техническим заданием.	Выполнение заданий на проектирование отдельных сборочных единиц по заданию преподавателя

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 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 работы		
1	Детали и механизмы мехатронных модулей и их конструирование	4	1-11	11	11		2	36	
1.1	Стадии конструирования машин. Основные технические характеристики машин и механизмов. Детали типа тел вращения и корпусные детали.	4	1-2	2	2		2	4	
1.2	Пружины и рессоры. Соединения деталей. Опоры и муфты.	4	3-5	2	2		2	10	Рейтинг-контроль №1
1.3	Передачи гибким органом. Зубчатые передачи движения.	4	6-9	4	4			14	
1.4	Шарнирно-рычажные механизмы. Передачи винт - гайка	4	10-11	3	3		2	8	Рейтинг-контроль №2
2	Энергетический расчет и кинематический синтез мехатронного модуля	4	12-15	4	4		2	26	
2.1	Основные характеристики двигателей применяемых в мехатронных модулях роботов	4	12	1	1		2	10	
2.2	Энергетический расчет мехатронного модуля	4	13-14	2	2			8	
2.3	Кинематический синтез модуля	4	15	1	1		2	8	
3	Силовой динамический	4	16-18	3	3			28	

Продолжение таблицы

	расчет мехатронных модулей роботов								
3.1	Силы и моменты, действующие в модулях	4	16	1	1		2	14	Рейтинг-контроль №3
3.2	Силовой и динамический расчет модулей	4	17-18	2	2			14	
	Всего за 4 семестр			18	18			72	Зачет
4	Расчет и конструирование подвижных систем мехатронных модулей и роботов	5	1-6	6	6	6		10	
4.1	Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств	5	1-2	1	2	2		4	
4.2	Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД	5	3-4	2	2	2		2	
4.3	Агрегатно-модульный принцип конструирования	5	5	2	1			2	Рейтинг-контроль №1
4.4	Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля	5	6	1	2	2		2	
5	Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки	5	7-13	7	7	6		7	
5.1	Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор	5	7-9	4	3	2		3	
5.2	Конструирование несущих элементов	5	10-11	2	2	2		2	Рейтинг-контроль №2
5.3	Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота	5	12-13	1	2	2		2	
6	Тормозные и измерительные	5	14-18	5	4	6		10	

Продолжение таблицы

	устройства в модулях. Механизмы рабочих органов роботов								
6.1	Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев	5	14	2	1	2		3	
6.2	Датчики мехатронных модулей	5	15	1	1	2		3	
6.3	Механизмы рабочих органов роботов	5	16-18	2	2	2		4	Рейтинг-контроль №3
Всего за 5 семестр				18	18	18		27	Экзамен, КП
Наличие в дисциплине КП/КР									КП
Итого по дисциплине				36	36	18		99	Зачет, Экзамен

Содержание лекционных занятий по дисциплине «Механика мехатронных и робототехнических систем»

Раздел 1. Детали и механизмы мехатронных модулей и их конструирование

Тема 1.1 Стадии конструирования машин. Основные технические характеристики машин и механизмов. Детали типа тел вращения и корпусные детали

Содержание темы.

Критерии работоспособности элементов конструкции: прочность, жесткость, износостойкость. Стадии конструирования машин. Особенности формирования технического задания. Машиностроительные материалы и их применение в машиностроении. Детали «класса 40»; валы и оси; способы их изготовления. Изготовление и применение корпусных деталей.

Тема 1.2 Пружины и рессоры. Соединения деталей. Опоры и муфты.

Содержание темы.

Разновидности упругих элементов и их назначение. Изготовление пружин. Рессоры. Неразъемные соединения: сварка, клепка, клеевые. Напряжённые посадки. Разъемные соединения деталей: резьбовые, клиновые, штифтовые. Шлицевое и шпоночное соединение. Соединение «по гладкому валу». Подшипники скольжения: сухого и граничного трения, аэростатические, гидростатические и гидродинамические. Электромагнитные бесконтактные опоры. Подшипники качения; их разновидности и особенности расчета. Муфты, их разновидности и устройство.

Тема 1.3 Передачи гибким органом. Зубчатые передачи движения.

Содержание темы.

Ременные передачи; их механика и геометрические параметры. Передача зубчатым ремнем. Цепные передачи их виды и особенности. Передачи тросовые и ленточные.

Классификация зубчатых передач. Геометрия зубчатых зацеплений. Передаточное число и коэффициент полезного действия зубчатых передач. Многоступенчатые передачи. Открытые передачи и редукторы. Свойство самоторможения передач. Планетарные передачи и их разновидности. Волновая передача. Выборка люфтов в зубчатых передачах.

Тема 1.4 Шарнирно-рычажные механизмы. Передачи винт - гайка

Содержание темы.

Основные сведения и виды механизмов. Основные детали механизмов. Кинематический и силовой расчет. Применение шарнирно - рычажных механизмов в робототехнике.

Назначение передач и их кинематика. Виды передач винт – гайка. Передаточное число и к.п.д. передач. Выборка люфта и создание натяга в передачах.

Раздел 2. Энергетический расчет и кинематический синтез мехатронного модуля

Тема 2.1 Основные характеристики двигателей, применяемых в мехатронных модулях.

Содержание темы.

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

Тема 2.2 Энергетический расчет мехатронного модуля.

Содержание темы.

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

Тема 2.3 Кинематический синтез модуля.

Содержание темы.

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 роботов

Тема 3.1 Силы и моменты, действующие в модулях.

Содержание темы.

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

Тема 3.2 Силовой и динамический расчет модулей.

Содержание темы.

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 и роботов

Тема 4.1. 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 4.2. 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 4.3 Агрегатно-модульный принцип конструирования.

Содержание темы.

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

Тема 4.4 Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля.

Содержание темы.

Основные погрешности, возникающие в механизмах передачи движения. Расчет

погрешностей и методы их компенсации.

Раздел 5. Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки

Тема 5.1 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 5.2 Конструирование несущих элементов.

Содержание темы.

Функции несущих элементов и их конструирование. Расчет несущих элементов.

Тепловые деформации несущих конструкций.

Тема 5.3 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 6. Тормозные и измерительные устройства в модулях. Механизмы рабочих органов роботов

Содержание:

Тема 6.1 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 6.2 Датчики мехатронных модулей

Содержание темы.

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

Тема 6.3 Механизмы рабочих органов роботов

Содержание темы.

Классификация рабочих органов роботов. Виды механизмов схватов.

Кинематический и силовой расчет схватов.

Содержание практических занятий по дисциплине «Механика мехатронных и робототехнических систем»

Раздел 1. Детали и механизмы мехатронных модулей и их конструирование

Тема 1.1 Стадии конструирования машин. Основные технические характеристики машин и механизмов. Детали типа тел вращения и корпусные детали

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет работоспособности элементов конструкции: прочность, жесткость, износостойкость.

Тема 1.2 Пружины и рессоры. Соединения деталей. Опоры и муфты.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет пружин. Расчет подшипников качения.

Тема 1.3 Передачи гибким органом. Зубчатые передачи движения.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет передачи гибким органом и зубчатых передач.
Тема 1.4 Шарнирно-рычажные механизмы. Передачи винт - гайка
Содержание практических/лабораторных занятий.
Расчет передачи винт – гайка.
Раздел 2. Энергетический расчет и кинематический синтез мехатронного модуля
Тема 2.1 Основные характеристики двигателей, применяемых в мехатронных модулях.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Выбор параметров двигателя для мехатронного модуля.
Тема 2.2 Энергетический расчет мехатронного модуля.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Расчет параметров двигателя при различных видах нагрузки.
Тема 2.3 Кинематический синтез модуля.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Решение прямых и обратных задач о положении и скоростях точек и звеньев механизма. Определение передаточных функций МПД.
Раздел 3. Силовой и динамический расчет мехатронных модулей роботов
Тема 3.1 Силы и моменты, действующие в модулях.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Приведенные массы и моменты инерции звеньев. Приведение сил и моментов сил.
Тема 3.2 Силовой и динамический расчет модулей.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Расчет сил и моментов сил, действующих на звенья модуля.
Раздел 4. Расчет и конструирование подвижных систем мехатронных модулей и роботов
Тема 4.1. Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Изучение кинематической схемы модуля и правил ее выполнения.
Тема 4.2. Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Выполнение компоновочного и сборочного чертежей модуля.
Тема 4.3 Агрегатно-модульный принцип конструирования.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Изучение агрегатно-модульного принципа конструирования на примере модулей робота РПМ-25.
Тема 4.4 Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Расчет погрешностей мехатронного модуля.
Раздел 5. Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки
Тема 5.1 Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Расчет направляющих модуля робота.
Тема 5.2 Конструирование несущих элементов.
Содержание практических/лабораторных занятий.
Расчет несущих элементов конструкции робота.
Тема 5.3 Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота
Содержание практических/лабораторных занятий.
Расчет системы статической разгрузки Робота.

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

Тема 6.1 Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев

Содержание практических/лабораторных занятий.

Расчет электромагнитного тормоза.

Тема 6.2 Датчики мехатронных модулей

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение датчиков, применяемых в мехатронных модулях.

Тема 6.3 Механизмы рабочих органов роботов

Содержание практических/лабораторных занятий.

Кинематический и силовой расчет схватов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине «Механика мехатронных и робототехнических систем»

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

Тема 4.1. Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Составление кинематической схемы механизма по входным и выходным параметрам

Тема 4.2. Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование люфта в механической передаче.

Тема 4.4 Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование погрешности позиционирования мехатронного модуля.

Раздел 5. Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки

Тема 5.1 Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование прямолинейности направляющих модуля робота.

Тема 5.2 Конструирование несущих элементов.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование жесткости несущих элементов конструкции робота.

Тема 5.3 Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование системы статической разгрузки робота по компьютерной модели.

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

Тема 6.1 Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование электромагнитного тормоза.

Тема 6.2 Датчики мехатронных модулей

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование датчика положения, применяемого в мехатронных модулях.

Тема 6.3 Механизмы рабочих органов роботов

Содержание практических/лабораторных занятий.

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

5.1 Текущий контроль успеваемости

4 семестр

рейтинг – контроль 1

- 1 Назовите критерии работоспособности элементов конструкции
- 2 Назовите стадии конструирования машин
- 3 Что включается в техническое задание на проектирование изделия
- 4 Содержание технического проекта
- 5 В чем заключается рабочее проектирование
- 6 Классификация упругих элементов
- 7 Что такое пружина и ее характеристики
- 8 Какие пружины называются спиральными, их расчет
- 9 Тарельчатые пружины
- 10 Назовите виды сварки
- 11 Виды сварочных швов
- 12 Что такое соединение с натягом
- 13 Где используются заклепочные соединения
- 14 Расчет заклепочного соединения
- 15 Чем отличаются болтовое и винтовое соединения
- 16 Классификация подшипников
- 17 Характеристики шариковых и роликовых подшипников
- 18 Гидравлические опоры
- 19 Электромагнитные опоры
- 20 Характеристики соединительных муфт

рейтинг – контроль 2

- 1 Назначение и классификация механизмов передачи движения
- 2 Основные характеристики механизмов передачи движения
- 3 Мотор- редукторы
- 4 Фрикционные передачи движения
- 5 Классификация передач гибким органом и их особенности
- 6 Где используются передачи гибким органом
- 7 Передачи плоским и клиновым ремнем
- 8 Передачи зубчатым ремнем
- 9 Тросовые и ленточные передачи
- 10 Виды и характеристики цепных передач
- 11 Достоинства и недостатки цепных передач
- 12 Втулочно – роликовые цепи
- 13 Передачи пластинчатой цепью
- 14 Как работает планетарная передача

- 15 Достоинства и недостатки зубчатых передач
- 16 Дайте характеристику червячной передаче
- 17 Как работает волновая передача
- 18 Что такое эпициклическая цепочная передача
- 19 Приведите пример использования шарнирных передач в робототехнике
- 20 Как работает передача винт – гайка.

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 семестр

рейтинг – контроль 1

- 1 Опоры в модулях вращательного движения
- 2 Назначение и условия работы направляющих поступательного перемещения
- 3 Направляющие скольжения
- 4 Направляющие качения
- 5 Аэростатические направляющие и опоры
- 6 Гидростатические направляющие и опоры
- 6 Гидродинамические опоры движения
- 7 Магнитные опоры
- 8 Методика расчета направляющих
- 10 Конструирование опор валов.
- 11 Функции несущих элементов
- 12 Конструирование несущих элементов
- 13 Расчет несущих элементов
- 14 Силовые деформации несущих конструкций.
- 15 Тепловые деформации несущих конструкций.

рейтинг – контроль 2

- 1 Задачи систем статической разгрузки
- 2 Виды устройств статического уравнивания
- 3 Разгрузка с помощью упругих элементов
- 4 Уравнивание манипуляторов
- 5 Уравнивание с использованием сжатого воздуха и жидкости.
- 6 Назначение устройств торможения и фиксации подвижных звеньев
- 8 Механические и электромагнитные тормоза.
- 9 Индукционные муфты и тормоза
- 10 Порошковый тормоз
- 11 Управление электромагнитным тормозом
- 12 Гидравлические зажимные устройства в станочных мехатронных модулях
- 13 Гидравлические демпферы
- 14 Конструкции демпферов

рейтинг – контроль 3

- 1 Типы датчиков, применяемых в мехатронных модулях.
- 2 Требования к датчикам в зависимости от условий применения.
- 3 Датчики перемещения
- 4 Датчики сил и моментов сил
- 5 Датчики ускорения
- 6 Датчики внешней среды
- 7 Датчики модуля шпиндельного узла станка
- 8 Встраивание датчиков в конструкцию модуля
- 9 Классификация рабочих органов роботов
- 10 Виды механизмов схватов
- 11 Кинематический и силовой расчет схватов.
- Основные этапы и задачи конструирования модуля
- 12 Последовательность проектирования модуля
- 13 Построение структурной схемы модуля
- 14 Создание конструктивной схемы модуля
- 15 Структурные единицы конструкции и составляющие элементы
- 16 Состав и классификация стандартов ЕСКД
- 17 Стандарты оформления чертежей
- 18 Изображение изделий на чертеже
- 19 Нанесение размеров на чертеже
- 20 Изображение деталей
- 21 Изображение разъемных соединений
- 22 Изображение неразъемных соединений
- 23 Конструкторская документация сборочных единиц
- 24 Изображение схем

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.

4 семестр

Зачет

Вопросы для подготовки к зачету

- 1 Критерии работоспособности элементов конструкции, машин и механизмов
- 2 Стадии конструирования машин

- 3 Классификация упругих элементов
- 4 Спиральные пружины; их характеристики и расчет
- 5 Шлицевые и шпоночные соединения деталей
- 6 Виды сварки и сварочных швов
- 7 Заклепочные соединения. Расчет заклепочного соединения
- 8 Соединения с помощью болтов и винтов; их расчет
- 9 Классификация подшипников. Характеристики шариковых и роликовых подшипников
- 10 Гидравлические и электромагнитные опоры
- 11 Классификация соединительных муфт
- 12 Назначение и классификация механизмов передачи движения
- 13 Классификация передач гибким органом и их особенности
- 14 Достоинства и недостатки зубчатых передач
- 15 Как работает волновая передача
- 16 Характеристики передачи винт-гайка
- 17 Определение требуемой мощности двигателя в модуле вращательного движения
- 18 Определение требуемой мощности двигателя в модуле поступательного движения
- 19 Приведение параметров при энергетическом расчете
- 20 Выбор двигателя и механизма преобразования движения при различном сочетании статической и динамической нагрузок
- 21 Выбор двигателя и механизма преобразования движения из условия максимального быстродействия
- 22 Кинематический синтез модуля
- 23 Действующие силы и моменты сил в типовом модуле вращательного движения
- 24 Действующие силы и моменты сил в типовом модуле поступательного движения
- 25 Активные и реактивные силы в модулях

5 семестр

Экзамен

Вопросы для подготовки к экзамену

- 1 Опоры в модулях вращательного движения; их классификация и расчет
- 2 Назначение и условия работы направляющих поступательного перемещения.
Направляющие скольжения. Направляющие качения
- 3 Аэростатические и гидростатические направляющие и опоры
- 4 Гидродинамические опоры движения. Магнитные опоры
- 5 Методика расчета направляющих
- 6 Конструирование опор валов.
- 7 Конструирование и расчет несущих элементов
- 8 Силовые и температурные деформации несущих конструкций.
- 9 Виды и характеристики устройств статического уравнивания
- 10 Разгрузка исполнительных двигателей модулей с помощью упругих элементов
- 11 Назначение и классификация устройств торможения и фиксации подвижных звеньев
- 12 Механические и электромагнитные тормоза. Управление электромагнитным тормозом
- 13 Индукционные муфты и тормоза. Порошковый тормоз
- 14 Гидравлические зажимные устройства в станочных мехатронных модулях
- 15 Гидравлические демпферы. Конструкции демпферов
- 16 Типы датчиков, применяемых в мехатронных модулях. Требования к датчикам в зависимости от условий применения.
- 17 Датчики перемещения и ускорения
- 18 Датчики сил и моментов сил. Датчики внешней среды
- 19 Классификация рабочих органов роботов

- 20 Виды механизмов схватов. Кинематический и силовой расчет схватов.
- 21 Основные этапы и задачи конструирования модуля
- 22 Принцип агрегатно - модульного конструирования
- 23 Последовательность проектирования модуля. Построение структурной схемы модуля
- 24 Создание конструктивной схемы модуля. Структурные единицы конструкции и составляющие элементы
- 25 Состав и классификация стандартов ЕСКД. Стандарты оформления чертежей
- 26 Изображение изделий на чертеже. Нанесение размеров на чертеже
- 27 Изображение деталей. Изображение разъемных и неразъемных соединений
- 28 Конструкторская документация сборочных единиц
- 29 Правила выполнения схем
- 30 Геометрическое моделирование

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

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

Раздел 1. Детали и механизмы мехатронных модулей и их конструирование

Тема 1.1 Стадии конструирования машин. Основные технические характеристики машин и механизмов. Детали типа тел вращения и корпусные детали

Общие сведения о машинах и механизмах. Структура механизмов. Основные законы механики. Задачи о положении точек и звеньев исполнительской кинематической цепи и их решение. Скорости и ускорения точек и звеньев исполнительской кинематической цепи. Уравнения динамики манипуляторов роботов и их решение. Стадии конструирования машин. Основные технические характеристики машин и механизмов.

Тема 1.2 Пружины и рессоры. Соединения деталей. Опоры и муфты.

Пружины и рессоры. Соединения деталей. Опоры качения и скольжения. Управляемые и неуправляемые муфты.

Тема 1.3 Передачи гибким органом. Зубчатые передачи движения.

Фрикционные передачи движения. Передачи плоским и клиновым ремнем. Передачи зубчатым ремнем. Тросовые и ленточные передачи. Виды и характеристики цепных передач. Втулочно – роликовые и пластинчатые цепи

Тема 1.4 Шарнирно-рычажные механизмы. Передачи винт - гайка

Шарнирно-рычажные механизмы, их расчет. Шариковинтовая и роликовинтовая передачи винт – гайка. Гидростатическая передача винт-гайка

Раздел 2. Энергетический расчет и кинематический синтез мехатронного модуля

Тема 2.1 Основные характеристики двигателей, применяемых в мехатронных модулях.

Типы двигателей, применяемых в робототехнике и мехатронике.

Тема 2.2 Энергетический расчет мехатронного модуля.

Определение требуемой мощности двигателя в модуле вращательного движения.

Определение требуемой мощности двигателя в модуле поступательного движения.

Выбор двигателя и механизма преобразования движения при различном сочетании

статической и динамической нагрузок. Выбор двигателя и механизма преобразования движения из условия максимального быстродействия.

Тема 2.3 Кинематический синтез модуля.

Решение прямых и обратных задач о положении и скоростях точек и звеньев механизма.

Определение передаточных функций МПД.

Раздел 3. Силовой и динамический расчет мехатронных модулей роботов

Тема 3.1 Силы и моменты, действующие в модулях.

Действующие силы и моменты сил в типовом модуле вращательного движения.

Действующие силы и моменты сил в типовом модуле поступательного движения.

Активные и реактивные силы в модулях.

Тема 3.2 Силовой и динамический расчет модулей.

Методика силового расчета мехатронного модуля. Расчет сил и моментов сил, действующих на звенья модуля.

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

Тема 4.1. Разработка кинематической схемы модуля. Выбор типа МПД и дополнительных устройств.

Изучение кинематической схемы модуля и правил ее выполнения.

Тема 4.2. Конструирование модуля. Способы выборки люфтов в МПД.

Выполнение компоновочного и сборочного чертежей модуля. Способы выбора люфтов в механических передачах.

Тема 4.3 Агрегатно-модульный принцип конструирования.

Агрегатно-модульный принцип конструирования роботов и мехатронных модулей

Тема 4.4 Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля.

Расчет погрешностей мехатронного модуля.

Раздел 5. Конструирование направляющих и несущих конструкций. Устройства статической разгрузки

Тема 5.1 Конструирование направляющих поступательного перемещения и опор.

Методика конструирования направляющих модуля робота.

Тема 5.2 Конструирование несущих элементов.

Особенности конструирования несущих элементов конструкции робота.

Тема 5.3 Устройства статической разгрузки модулей и исполнительной кинематической цепи робота

Назначение и виды систем статической разгрузки робота.

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

Тема 6.1 Устройства торможения и фиксации подвижных звеньев

Назначение и особенности применения устройств торможения и фиксации подвижных звеньев в мехатронных модулях и роботах.

Тема 6.2 Датчики мехатронных модулей

Виды датчиков, применяемых в мехатронных модулях.

Тема 6.3 Механизмы рабочих органов роботов

Назначение и кинематические схемы схватов.

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.

Учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
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: https://www.iprbookshop.ru/92721.html
2. . 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: http://www.iprbookshop.ru/31644 . — ЭБС «IPRbooks», по паролю- ISBN 978-5-91134-492-4.	2013	ISBN 978-5-91134-492-4. Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/31644 . — ЭБС «IPRbooks», по паролю
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: http://www.iprbookshop.ru/86501.html
4. Таугер, В. М. Т24 Детали мехатронных модулей и роботов: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2011. – 127с.		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
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.:	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: http://www.iprbookshop.ru/45367 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7.2. Периодические издания:

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

7.3. Интернет-ресурсы:

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

8. 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, 105 -2.

Материально-техническое оснащение дисциплины включает:

- а) доска, маркер, комплект электронных презентаций/слайдов, учебные видеофильмы
 - б) аудитория, оснащенная презентационной техникой (телевизор, компьютер/ноутбук).
- компьютерный класс (10 компьютеров);
- а) робот «ЭлектроникаНЦ ТМ 0.1» (3шт), робот «РТ-10», робот «РМ0.1», токарный станок с ЧПУ модели «МА-6300»;
 - б) пакет ПО общего назначения (MS Office), пакет Matlab ;
 - с) механизмы и узлы мехатронных модулей;

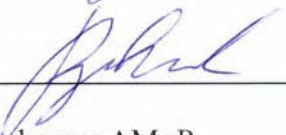
Прочее:

- а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- б) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Рабочую программу составил доцент кафедры АМиР, к.т.н.  В.П. Умнов

Рецензент

(представитель работодателя)

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМиР

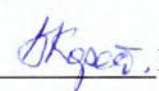
Протокол № 16 от 28.06.2022 года

Заведующий кафедрой АМиР, профессор, д.т.н.  В.Ф. Коростелев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.06

Протокол № 13 от 24 июня 2022 года

Председатель комиссии зав. каф. АМиР, профессор, д.т.н.  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 _____