

**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 » \_\_\_\_\_ 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ПРОЕКТИРОВАНИЕ 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. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Проектирование мехатронных и робототехнических систем» является изучение отечественного и зарубежного опыта разработки новых перспективных методов проектирования мехатронных систем, а также развитие способностей самостоятельной разработки объектов и технологических процессов роботизированных производств. Задачи:

- изучить способы проектирования, включая компьютерное проектирование;
  - освоить практические навыки создания мехатронных модулей и сложных робототехнических систем;
- развивать способности проектирования мехатронных систем на основе создания и использования моделей.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ опоп

Дисциплина «Методы моделирования 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-6. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий.	ОПК-6.1 Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий. ОПК-6.2 Знать технологию работы с источниками технической информации, каталогами производителей оборудования. ОПК-6.3 Владеть методикой осуществлять выбор средств автоматизации, роботизации и принимать базовые проектные решения с применением информационно-коммуникационных технологий.	ОПК-6.1 Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий. ОПК-6.2 Знает технологию работы с источниками технической информации, каталогами производителей оборудования. ОПК-6.3 Владеет методикой осуществлять выбор средств автоматизации, роботизации и принимать базовые проектные решения с применением информационно-коммуникационных технологий.	
ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое	ОПК-9.1 Уметь проводить адаптацию и настройку оборудования роботизированных систем	ОПК-9.1 Умеет проводить адаптацию и настройку оборудования роботизированных систем	Тестовые вопросы

оборудование	<p>ОПК-9.2 Знать новое технологическое оборудование в том числе с ЧПУ для автоматизации и роботизации технических систем</p> <p>ОПК-9.3 Уметь разрабатывать элементы и подсистемы технологического оборудования систем автоматизации и роботизации</p> <p>ОПК-9.4 Владеть способами использовать программные средства настройки и адаптации оборудования в соответствии с требованиями</p>	<p>ОПК-9.2 Знает новое технологическое оборудование в том числе с ЧПУ для автоматизации и роботизации технических систем</p> <p>ОПК-9.3 Умеет разрабатывать элементы и подсистемы технологического оборудования систем автоматизации и роботизации</p> <p>ОПК-9.4 Владеет способами использовать программные средства настройки и адаптации оборудования в соответствии с требованиями</p>	
<p>ОПК-11. Способен разрабатывать и применять алгоритмы современных цифровых программных методов расчетов проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием. разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем</p>	<p>ОПК-11.1 Уметь разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнической системой</p> <p>ОПК-11.2 Уметь разрабатывать алгоритмическое и программно-техническое обеспечение автоматизации технических систем в соответствии с техническим заданием</p> <p>ОПК-11.3 Знать способы решения задачи разработки проектов автоматизации и роботизации</p> <p>ОПК-11.4 Владеть эффективными алгоритмами обработки и фильтрации данных; выбирать эффективные библиотеки программ для микроконтроллеров систем управления</p> <p>ОПК-11.5 Уметь применять современные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ОПК-11.1 Умеет разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнической системой</p> <p>ОПК-11.2 Умеет разрабатывать алгоритмическое и программно-техническое обеспечение автоматизации технических систем в соответствии с техническим заданием</p> <p>ОПК-11.3 Знает способы решения задачи разработки проектов автоматизации и роботизации</p> <p>ОПК-11.4 Владеет эффективными алгоритмами обработки и фильтрации данных; выбирать эффективные библиотеки программ для микроконтроллеров систем управления</p> <p>ОПК-11.5 Умеет применять современные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем</p>	Тестовые вопросы
ОПК-14. Способен разрабатывать алгоритмы	ОПК-14-1 Уметь разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления ро-	ОПК-14-1 Умеет разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления ро-	

и компьютерные программы пригодные для практического применения	бототехнической системой ОПК-14-2 Знать способы решения задачи разработки проектов автоматизации и роботизации ОПК-14-3 Владеть эффективными алгоритмами обработки и фильтрации данных; выбирать эффективные библиотеки программ для микроконтроллеров систем управления.	бототехнической системой ОПК-14-2 Знает способы решения задачи разработки проектов автоматизации и роботизации ОПК-14-3 Владеет эффективными алгоритмами обработки и фильтрации данных; выбирать эффективные библиотеки программ для микроконтроллеров систем управления.	
ПК-1 Способен выбирать и составлять модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники, использовать специализированные программные продукты для эмуляции и отладки процесса их работы	ПК-1.1 Знать алгоритмы составления и расчета моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей ПК-1.2 Уметь разрабатывать цифровые двойники и цифровые тени элементов мехатронных и робототехнических систем на всех этапах жизненного цикла изделия ПК-1.3 Владеть технологией моделирования мехатронных и робототехнических систем программными средствами	ПК-1.1 Знает алгоритмы составления и расчета моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей ПК-1.2 Умеет разрабатывать цифровые двойники и цифровые тени элементов мехатронных и робототехнических систем на всех этапах жизненного цикла изделия ПК-1.3 Владеет технологией моделирования мехатронных и робототехнических систем программными средствами	Тестовые вопросы
ПК-3 Способен анализировать конструкторскую, технологическую и проектную документацию. разрабатывать технические проекты с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1 Знает приемы работы с конструкторской, технологической и проектной документацией ПК-3.2 Уметь анализировать конструкторскую, технологическую и проектную документацию ПК-3.3 Владеть методикой разработки технических проектов с использованием средств автоматизации проектирования и передового	ПК-3.1 Знает приемы работы с конструкторской, технологической и проектной документацией. ПК-3.2 Умеет анализировать конструкторскую, технологическую и проектную документацию ПК-3.3 Владеет методикой разработки технических проектов с использованием средств автоматизации проектирования	

и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий	опыта разработки конкурентоспособных изделий	опыта разработки конкурентоспособных изделий	
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 выполнения проектно-конструкторских работ в соответствии с техническим проектом, документами по стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки ПК-6.2 Уметь производить расчеты основных характеристик элементов и подсистем мехатронных и робототехнических систем ПК-6.3 Владеть приёмами использования пакетов прикладных программ при проведении расчетных и конструкторских работ, в графическом оформлении проекта	ПК-6.1 Знает методику выполнения проектно-конструкторских работ в соответствии с техническим проектом, документами по стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки ПК-6.2 Умеет производить расчеты основных характеристик элементов и подсистем мехатронных и робототехнических систем ПК-6.3 Владеет приёмами использования пакетов прикладных программ при проведении расчетных и конструкторских работ, в графическом оформлении проекта	
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 имеющиеся стандарты и технические условия с использованием стандартного программного обеспечения ПК-7.2 Уметь разрабатывать разделы проектов автоматизации и роботизации производства ПК-7.3 Владеть методикой разработки технических проектов отдельных узлов и модулей мехатронных и робототехнических систем	ПК-7.1 Знает имеющиеся стандарты и технические условия с использованием стандартного программного обеспечения ПК-7.2 Умеет разрабатывать разделы проектов автоматизации и роботизации производства ПК-7.3 Владеет методикой разработки технических проектов отдельных узлов и модулей мехатронных и робототехнических систем	

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

**Тематический план  
форма обучения - очная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Раздел 1. Проектирование мехатронных систем. Тема 1. Системный подход при проектировании мехатронных систем.	1	1,2	2				12	
2	Тема 2. Проектирование систем		3,4	2	2		-	12	
3	Тема 3. Исходные данные и критерии качества при проектировании мехатронных систем.		4,5	2	2		-	12	1-й рейтинг-контроль
4	Тема 4. Алгоритмы проектирования модулей мехатронной системы.		6,7	2	2		-	12	
5	Тема 5. Концепция проектирования мехатронных модулей и систем		8,9	2	2		2	12	
6	Тема 6. Формирование основных проектных решений по мехатронике.		ю, И	2	2		-	12	2-й рейтинг-контроль
7	Раздел 2. Автоматизированное проектирование и моделирование мехатронных систем. Тема 7. Автоматизация проектирования систем.		12, 13	2	3			12	
8	Тема 8. Системы имитационного моделирования.		14, 15	2	2		-	12	
9	Тема 9. Проектирование и моделирование фрагментов мехатронной системы.		16-18	2	3		-	12	3-й рейтинг-контроль
Всего за 7-й семестр:				18	18			108	Зачет
1	Раздел 1 Расчет механических узлов. Тема 1 Исполнительное устройство. Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость.		1,2	2	2	2	-	13	

2	Тема 2 Преобразование видов движение. Редуктора. Ходовой винт. Опоры. Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость.	3,4	2	2	2		13	
3	Тема 3. Направляющие. Роликовые направляющие. . Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость.	4,5	2	2	2		13	1-й рейтинг-контроль
4	Раздел 2 Расчет электромеханической системы Тема 4. Электрические машины. Виды. Параметры, регулятор. Характеристики Условия эксплуатации.	6,7	2	2	2		13	
5	Тема 5. Силовой преобразователь. СИФУ. ШИМ регулятор	8,9	2	2	2		13	
6	Тема 6. Регуляторы. П регулятор. ПИ регулятор. ПИД регулятор. Характеристики. Параметры.	10, И	2	2	2		13	2-й рейтинг-контроль
7	Раздел 3 Информационные системы и система управления. Тема 7. Типы информационных систем. Оптические. Индукционные. Магнитоэлектрические..	12, 13	2	2	2		13	
8	Тема 8. Датчики положения, скорости, тока. Характеристики. Параметры.	14, 15	2	2	2		13	
9	Тема 9. Системы управления. NC. CNC. HNC.	16-18	2	2	2		13	3-й рейтинг-контроль
Всего за 8-й семестр:			18	18	18		117	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР								КП
Итого по дисциплине:			36	36	18		225	Экзамен/зачет

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Седьмой семестр

Раздел 1. Проектирование мехатронных систем.

Тема 1. Системный подход при проектировании мехатронных систем.

Системный подход. Система. Декомпозиция систем. Цель системы. Элементы системы.

Структура системы. Подсистемы. Модель. Моделирование мехатронных систем.

Тема 2. Проектирование систем.

Проектирование и жизненный цикл мехатронных систем. Внешнее проектирование (макропроектирование). Внутреннее проектирование. Принципы проектирования. Предварительное проектирование. ТЗ. Эскизное проектирование. ТП. Рабочее проектирование. Изготовление опытного образца. Испытание и доработка. Итеративность процесса проектирования.

Тема 3. Исходные данные и критерии качества при проектировании мехатронных систем

Основные понятия и определения. Определение целей функционирования систем. Качество.

Показатель качества продукции. Единичный показатель качества продукции. Комплексный

показатель качества продукции. Показатели технического эффекта. Показатели надежности. Коэффициент готовности. Коэффициент технического использования. Оценка уровня качества продукции.

Тема 4. Алгоритмы проектирования модулей мехатронной системы.

Алгоритмы проектирования. Синергетическая интеграция в мехатронных модулях. Проектирование исполнительного устройства модуля мехатронной системы. Проектирование устройства управления модуля мехатронной системы. Проектирование информационной системы в мехатронике.

Тема 5. Концепция проектирования мехатронных модулей и систем.

Методы проектирования модулей и систем. Алгоритмические методы. Метод морфологических карт. Метод графов. Эвристические методы. Метод синектики. Методика концептуального проектирования. Инструментальные средства концептуального проектирования CASE- системы. Методики IDEF. Концепция проектирования мехатронных модулей и систем.

Тема 6. Формирование основных проектных решений по мехатронике.

Формирование основных проектных решений по мехатронике.

Раздел 2. Автоматизированное проектирование и моделирование мехатронных систем.

Тема 7. Автоматизация проектирования систем.

Техническое обеспечение. Математическое обеспечение САПР. Программное обеспечение. Информационное обеспечение. Методическое и организационное обеспечение.

Тема 8. Системы имитационного моделирования Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Физическое моделирование. Среда моделирования Matlab.

Тема 9. Проектирование и моделирование фрагментов мехатронной системы.

### **Восьмой семестр**

Раздел 1 Расчет механических узлов.

Тема 1 Исполнительное устройство. Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость.

Тема 2 Преобразование видов движений. Редуктора. Ходовой винт. Опоры. Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость.

Тема 3. Направляющие. Роликовые направляющие. . Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость.

Раздел 2 Расчет электромеханической системы.

Тема 4. Электрические машины. Виды. Параметры. Характеристики Условия эксплуатации.

Тема 5. Силовой преобразователь. СИФУ. ШИМ регулятор.

Тема 6. Регуляторы. П регулятор. ПИ регулятор. ПИД регулятор. Характеристики. Параметры.

Раздел 3 Информационные системы и система управления.

Тема 7. Типы информационных систем. Оптические. Индукционные. Магнитоэлектрические.

Тема 8. Датчики положения, скорости, тока. Характеристики. Параметры.

Тема 9. Системы управления. NC. CNC. HNC.

## **Содержание практических занятий по дисциплине**

### **Седьмой семестр**

Тема 1. Системный подход.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Системный подход при проектировании мехатронных систем.

Тема 2. Проектирование систем.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Проектирование мехатронных модулей.

Тема 3. Критерии качества при проектировании.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исходные данные и критерии качества при проектировании мехатронных систем

Тема 4. Алгоритмы проектирования.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Алгоритмы проектирования модулей мехатронной системы



- Тема 5. Концепция проектирования.  
Содержание практических/лабораторных занятий.  
Концепция проектирования мехатронных модулей и систем
- Тема 6. Формирование проектных решений.  
Содержание практических/лабораторных занятий.  
Формирование основных проектных решений по мехатронике
- Тема 7. Автоматизация проектирования.  
Содержание практических/лабораторных занятий.  
Автоматизация проектирования систем.
- Тема 8. Имитационное моделирование.  
Содержание практических/лабораторных занятий.  
Системы имитационного моделирования.
- Тема 9. Работа с командной строки  
Содержание практических/лабораторных занятий.  
Проектирование и моделирование фрагментов мехатронной системы

### **Восьмой семестр**

- Тема 1 Исполнительное устройство..  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость  
Моделирование исполнительного устройства.
- Тема 2 Преобразование видов движение.  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Редуктора. Ходовой винт. Опоры. Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость преобразователей движения
- Тема 3. Направляющие.  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Роликовые направляющие. . Силы. Моменты. Инерционность. Жесткость  
Моделирование направляющих. .
- Тема 4. Электрические машины.  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Виды. Параметры, регулятор. Характеристики Условия эксплуатации.  
Моделирование электрических машин.
- Тема 5. Силовой преобразователь.  
Содержание практических/лабораторных занятий  
СИФУ. ШИМ регулятор.  
Моделирование ШИМ регулятора
- Тема 6. Регуляторы.  
Содержание практических/лабораторных занятий  
П регулятор. ПИ регулятор. ПИД регулятор. Характеристики. Параметры.  
Моделирование ПИ регулятора
- Тема 7. Типы информационных систем.  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Оптические. Индукционные. Магнитоэлектрические.  
Моделирование оптических датчиков
- Тема 8. Датчики положения, скорости, тока.  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Характеристики. Параметры.  
Моделирование датчика скорости.
- Тема 9. Системы управления. NC. CNC. HNC.  
Содержание практических/лабораторных занятий  
CNC система

## 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

#### Седьмой семестр

##### *Рейтинг-контроль 1*

Состав мехатронного модуля движения. Функции его элементов.  
 Назначение мехатронного модуля (ММ) и его структура.  
 Состав ММ и связи между его компонентами.  
 Функции элементов модуля.  
 Основные технические характеристики механизмов преобразования движения (МПД).  
 Методика и специфика конструирования мехатронных модулей  
 Понятие модели. Виды. Способы представления.  
 Процедура моделирования. Сущность.  
 Адекватность и эффективность математических моделей. Общая логика построения моделей.  
 Технология математического моделирования.  
 Методы построения математических моделей. Аналитические модели, модели идентификации.  
 Построение модели идентификации с помощью регрессионного метода. Параметрическая и структурная идентификация (алгоритм не нужен).  
 Идентификация статических линейных систем с несколькими входами (определение, алгоритм).  
 Построение модели идентификации с помощью внутренних форм.  
 Достоверность и адекватность регрессионной модели. Критерий Фишера.  
 Построение моделей идентификации поисковыми методами (достоинства, недостатки, отличия от регрессионной модели: в лекции изложено полно, в учебнике - плохо).  
 Математическое моделирование сложных неоднородных систем. Математические модели элементов системы (типовые математические схемы).

##### *Рейтинг-контроль 2*

Тепловой расчет двигателя.  
 Кинематические характеристики МПД.  
 Прямые и обратные задачи о положении и скоростях точек и звеньев механизма.  
 Определение передаточных функций МПД.  
 Силы и моменты, действующие в модулях.  
 Активные и пассивные силы и моменты.  
 Способы организации единичного жребия (определение 4 варианта, алгоритм, механизм случайного выбора). Понятие агрегата в моделировании систем.  
 Операторы переходов агрегата.  
 Кусочно-линейные агрегаты. Процесс функционирования кусочно-линейного агрегата (определение, структура).  
 Сети Петри. Основные определения, способы представления, маркировки, правила выполнения переходов, правило составления сетей Петри (структура. 3 способа представления, определения).  
 Сети Петри для моделирования. Основные свойства сетей Петри.  
 Задача анализа сетей Петри (типы задач).  
 Методы анализа сетей Петри (2 метода, приемы).

Обобщения сетей Петри (зачем нужны, применение).  
Моделирование стохастических процессов. Методы статистических испытаний (сущности, достоинства, недостатки).

### *Рейтинг-контроль 3*

Выбор дополнительных устройств.  
Способы выборки люфтов в МПД.  
Выполнение компоновочного и сборочного чертежей модуля.  
Критерии оптимизации при конструировании.  
Правила выполнения рабочих чертежей.  
Приемы построения и эксплуатации дискретных имитационных моделей.  
Определение характеристик стационарного случайного процесса по 1 реализации.  
Методы получения наблюдений в имитационном моделировании.  
Имитационное моделирование на универсальных и специализированных языках.  
Основные понятия теории нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами.  
Нечеткое отношение и способы его задания.  
Понятие нечетких и лингвистических переменных. Числовые и нечисловые лингвистические переменные. Нечеткие числа.  
Арифметические операции над нечеткими числами. Сравнение нечетких чисел.  
Прямые методы построения функции принадлежности нечетких множеств.

### **Восьмой семестр**

### *Рейтинг-контроль 1*

Тепловые деформации несущих конструкций.  
Назначение устройств торможения и фиксации подвижных звеньев.  
Механические и электромагнитные тормоза.  
Индукционные муфты и тормоза.  
Гидравлические демпферы.  
Типы датчиков, применяемых в мехатронных модулях.  
CAD системы  
CAM системы  
CAE системы  
Методика концептуального проектирования  
Инструментальные средства концептуального проектирования CASE-системы.

### *Рейтинг-контроль 2*

Агрегатно-модульный принцип конструирования.  
Унификация и стандартизация при конструировании.  
Обеспечение точности передачи движения при конструировании мехатронного модуля.  
Основные погрешности, возникающие в механизмах передачи движения.  
Расчет погрешностей и методы их компенсации  
Декомпозиция систем  
Структура системы  
Жизненный цикл мехатронных систем  
Эскизное проектирование  
Рабочее проектирование  
Алгоритмические методы проектирования  
Метод синектики

### *Рейтинг-контроль 3*

Задачи и основные этапы конструирования ММ.  
Техническое задание и его содержание; технический и рабочий проекты.  
Критерии оптимизации конструкции ММ.  
Приведенные массы и моменты инерции звеньев.

Приведение сил и моментов сил.  
 САПР в конструировании ММ.  
 Изготовление опытного образца.  
 Испытание и доработка  
 Итеративность процесса проектирования  
 Оценка уровня качества продукции.  
 Синергетическая интеграция в мехатронных модулях  
 Проектирование информационной системы в мехатронике.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.

### Седьмой семестр

#### *Зачет*

- 1 .Системный подход при проектировании. Структура системного анализа.
- 2 .Исходные данные при проектировании. Предпроектное обследование предметной области.
- 3 .Исходные данные при проектировании. Методы анализа данных при проектировании МС.
- 4 .Критерии качества при проектировании. Функциональные (производительность, точность, надежность и т. п.)
- 5 .Критерии качества при проектировании. Технологические (трудоемкость, технологические возможности, используемые материалы и т. п.)
- 6 .Критерии качества при проектировании. Экономические (затраты материалов, энергии и т. Д.)
- 7 .Критерии качества при проектировании. Антропологические (эргономичность, экологичность, безопасность и т.п.).
- 8 .Предпроектные этапы разработки МС. Техническое задание и технические требования.
- 9 .Алгоритмы и методики проектирования в мехатронике. Метод исключения промежуточных преобразователей и интерфейсов.
- 10 .Алгоритмы и методики проектирования в мехатронике. Метод объединения элементов мехатронного модуля в едином корпусе.
- 11 .Алгоритмы и методики проектирования в мехатронике. Метод переноса функциональной нагрузки на интеллектуальные устройства.
- 12 .Алгоритмы и методики проектирования в мехатронике. Методология параллельного проектирования.

### Восьмой семестр

#### *Экзамен*

#### *Вопросы для подготовки к экзамену*

1. Алгоритмы и методики проектирования в мехатронике. Структурный подход. Блочный - иерархический подход.
2. Формирование основных проектных решений по мехатронной системе: Техническое задание. Техническое предложение.
3. Формирование основных проектных решений по мехатронной системе: эскизный проект.
4. Формирование основных проектных решений по мехатронной системе в целом. Технический проект.
5. Формирование основных проектных решений по мехатронной системе. Рабочая документация.
6. Формирование основных проектных решений по мехатронной системе, на основе CASE - систем.
7. Автоматизированное проектирование. Понятие САПР .
8. Автоматизированное проектирование. Состав современных САПР.
9. Моделирование мехатронных систем.

### 1.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Системный подход при проектировании мехатронных систем. Система. Декомпозиция систем.

Цель системы. Элементы системы. Структура системы. Подсистемы. Модель. Моделирование мехатронных систем.

Проектирование и жизненный цикл мехатронных систем. Внешнее проектирование (макропроектирование). Внутреннее проектирование. Принципы проектирования. Предварительное проектирование. ТЗ. Эскизное проектирование. ТП. Рабочее проектирование. Изготовление опытного образца. Испытание и доработка. Итеративность процесса проектирования.

Исходные данные и критерии качества при проектировании мехатронных систем

Основные понятия и определения. Определение целей функционирования систем. Качество. Показатель качества продукции. Единичный показатель качества продукции. Комплексный показатель качества продукции. Показатели технического эффекта. Показатели надежности. Коэффициент готовности. Коэффициент технического использования. Оценка уровня качества продукции.

Алгоритмы проектирования модулей мехатронной системы

Алгоритмы проектирования. Синергетическая интеграция в мехатронных модулях. Проектирование исполнительного устройства модуля мехатронной системы. Проектирование устройства управления модуля мехатронной системы. Проектирование информационной системы в мехатронике.

Концепция проектирования мехатронных модулей и систем.

Методы проектирования модулей и систем. Алгоритмические методы. Метод морфологических карт. Метод графов. Эвристические методы. Метод синектики. Методика концептуального проектирования. Инструментальные средства концептуального проектирования CASE- системы. Методики IDEF. Концепция проектирования мехатронных модулей и систем. Углублённое изучение материала по теме раздела, не входящего в рамки лекционного курса. Формирование основных проектных решений по мехатронике.

Формирование основных проектных решений по мехатронике

Автоматизация проектирования систем. Техническое обеспечение. Математическое обеспечение САПР. Программное обеспечение. Информационное обеспечение. Методическое и организационное обеспечение.

Подготовка к практическим занятиям №7

Системы имитационного моделирования Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Физическое моделирование. Среда моделирования Matlab.

Проектирование и моделирование фрагментов мехатронной системы.

Виды и свойства систем. Классификации. Основные свойства систем.

Понятийный аппарат (определения). Структурный граф системы. Схема системного анализа. Математическое моделирование. Общие определения и принципы. Алгоритм использования метода математического моделирования на ЭВМ. Типы отношений исходной и моделирующей систем. Математическая и имитационная модели. Отношение подобия при получении имитационной модели.

Аналитическое решение для линейной системы. Моделирование детерминированных (неслучайных) сигналов. Явный метод. Метод комплексного представления. Импульсные сигналы, кодовые последовательности. Использование циклов (программные блоки). Методы моделирования случайных величин. Метод нелинейного преобразования. Метод Неймана (метод исключения). Частные методы.

Моделирование систем, заданных передаточной функцией. Виды (формы) передаточной функции.

Использование передаточной функции для построения дифференциального уравнения, описывающего систему. Описание в виде системы дифференциальных уравнений. Модель в пространстве состояний в нормальной форме. Моделирование с использованием библиотечных функций Mathcad. Модель в пространстве состояний при передаточной функции, заданной в канонической форме. Модель в пространстве состояний при передаточной функции, заданной в форме простых множителей. Решение дифференциальных уравнений на ЭВМ. Моделирование в Matlab с использованием редактора решений дифференциальных уравнений (Differential Equation

Editor - DEE). Использование представления системы в виде схемы, полученной по дифференциальному уравнению для решения в Matlab. Использование библиотечных функций для решения дифференциальных уравнений. Моделирование систем на основе рекуррентных уравнений. Метод Эйлера - Коши. Метод Рунге - Кутты (4-го порядка) (Методы дискретной аппроксимации. Метод отображения. Моделирование систем, описанных в пространстве состояний. Описание модели системы в пространстве состояний в дискретном представлении.

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. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие. - С.Пб., М., Краснодар: Лань, 2012.- 606с.: ил.+1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-5-8114-1166-5. с	2016	Библиотека ВлГУ - 3 экз. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/15842.31181">http://www.iprbookshop.ru/15842.31181</a> .— ЭБС «IPRbooks по паролю
2. Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. — 2-е изд. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа. — 459 с.	2019	ISBN 978-5-4486-0574-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/83341.html">https://www.iprbookshop.ru/83341.html</a>
3. Веселов, О.В. Расчет и проектирование мехатронных устройств/ О.В. Веселов; Владим. гос. ун-т им А.Г. и Н.Г. Стлетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 168с. ISBN 978-5-9984-0932-5	2019	Библиотека ВлГУ -20экз.
4. Веселов, О.В. Моделирование электромеханических систем: учеб. пособие/О.В. Веселов, А.В. Веселов; Владим. гос. ун-т им А.Г. и Н.Г. Стлетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2021. – 404с. ISBN 978-5-9984-1219-6-	2021	Библиотека ВлГУ-20экз
<b>Дополнительная литература</b>		
5 Афонин В.В. Моделирование систем [Электронный ресурс]/ Афонин В.В., Федосин С.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 269 с.—	2012	Библиотека ВлГУ Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/15842.31181">http://www.iprbookshop.ru/15842.31181</a> .— ЭБС «IPRbooks по паролю
6. Моделирование систем. Подходы и методы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Н. Волкова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013.— 568 с.—	2013	Библиотека ВлГУ - 3 экз. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/43957">http://www.iprbookshop.ru/43957</a> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **6.2. Периодические издания**

Журнал. Автоматизация в промышленности. ISSN IS 19-5962

Журнал. Мехатроника. автоматизация, управление. ISSN 16S4-6427.

Журнал. Искусственный интеллект и принятия решений, ISSN 2071-8594

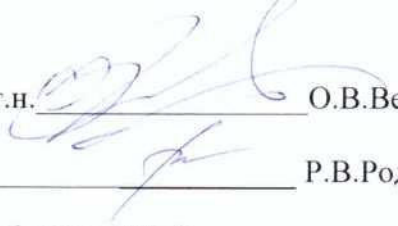
### **6.3. Интернет-ресурсы**


<http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2965>  
<http://matlab.exponenta.ru/mcitlab/default.php>


## 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. 105а-2, 106-2

Рабочую программу составил проф. каф. АМиР, д.т.н.  О.В.Веселов  
 Рецензент (представитель работодателя)  
 Начальник отдела ООО «Автоприбор» ,к.т.н. \_\_\_\_\_ Р.В.Родионов

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  
 (ФИО, подпись)

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 \_\_\_\_\_