

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

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИМиАТ  
  
А.И.Елкин  
« 30 » 06 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ 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 «Методы моделирования мехатронных и робототехнических систем» является изучение отечественного и зарубежного опыта разработки новых перспективных методов моделирования, а также развитие способностей самостоятельной разработки моделей объектов и технологических процессов роботизированных производств.

Задачи:

- изучить виды моделей и способы компьютерного моделирования;  
освоить практические навыки моделирования сложных робототехнических систем и технологических процессов;
- развивать способности исследования и управления мехатронными системами 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-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знать способы разработки структур математических моделей мехатронных и робототехнических систем ОПК-1.2 Уметь проводить идентификацию параметров модели и выполнять исследования по модели ОПК-1.3 Владеть способами исследования моделей с использованием сред моделирования ОПК-1.4 Уметь выполнять интерпретацию, анализ полученных результатов и использовать их для оптимизации процессов ОПК-1.5 Владеть способами использования модели и результаты моделирования для решения задач проектирования и управления	ОПК-1.1 Знает способы разработки структур математических моделей мехатронных и робототехнических систем ОПК-1.2 Умеет проводить идентификацию параметров модели и выполнять исследования по модели ОПК-1.3 Владеет способами исследования моделей с использованием сред моделирования ОПК-1.4 Умеет выполнять интерпретацию, анализ полученных результатов и использовать их для оптимизации процессов ОПК-1.5 Владеет способами использования модели и результаты моделирования для решения задач проектирования и управления	Тестовые вопросы Ситуационные задачи
ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании тех-	ОПК-4.1 Знать способы моделировать и исследовать процессы функционирования электронных схем ОПК-4.2 Уметь выбирать современные программные продукты для решения задачи исследова-	ОПК-4.1 Знает способы моделировать и исследовать процессы функционирования электронных схем ОПК-4.2 Умеет выбирать современные программные продукты для решения задачи	Тестовые вопросы Ситуационные задачи

<p>нологических процессов</p>	<p>про- ния и синтеза устройств управления ОПК-4.3 Владеть способностью разрабатывать алгоритмы и программы для исследования технологических процессов ОПК-4.4 Уметь разрабатывать модели технологических процессов машиностроения</p>	<p>исследования и синтеза устройств управления ОПК-4.3 Владеет способностью разрабатывать алгоритмы и программы для исследования технологических процессов ОПК-4.4 Умеет разрабатывать модели технологических процессов машиностроения</p>	
<p>ОПК-11. Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые про-граммные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, 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 ОПК-11.2 Уметь разрабатывать алгоритмическое и программно-техническое обеспечение автоматизации технических систем в соответствии с техническим заданием ОПК-11.3 Знать способы решения задачи разработки проектов автоматизации и роботизации ОПК-11.4 Владеть эффективными алгоритмами обработки и фильтрации данных; выбирать эффективные библиотеки программ для микроконтроллеров систем управления 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 ОПК-11.2 Умеет разрабатывать алгоритмическое и программно-техническое обеспечение автоматизации технических систем в соответствии с техническим заданием ОПК-11.3 Знает способы решения задачи разработки проектов автоматизации и роботизации ОПК-11.4 Владеет эффективными алгоритмами обработки и фильтрации данных; выбирать эффективные библиотеки программ для микроконтроллеров систем управления ОПК-11.5 Умеет применять современные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>Тестовые вопросы</p>
<p>ОПК-14. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения</p>	<p>ОПК-14-1 Уметь разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнической 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.</p>	<p>ОПК-14-1 Умеет разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнической 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.</p>	
<p>ПК-1 Способен выбирать и составлять модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогид-</p>	<p>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</p>	<p>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</p>	<p>Тестовые вопросы</p>

равлические. элек- тронные устройства и средства вычисли- тельной техники, использовать спе- циализированные программные продукты для эмуляции и отладки процесса их работы	моделирования мехатронных и робототехнических систем про- граммными средствами	ПК-1.3 Владеет технологией моделирования мехатронных и робототехнических систем программными средствами	
---	--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц. 324 часа.

##### 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 Моделирование. Тема 1. области применения, технологии моделирования, виды моделей.	1	1,2	2				14	
2	Тема 2. Компьютерная модель		3,4						
3	Тема 3 Моделирование машины постоянного тока		4,5	2		4	-	14	
4	Тема 4. Моделирование тиристорного преобразователя		6,7	2		4	-	14	1 -й рейтинг-контроль
5	Тема 5. Регулятор скорости		8,9	2		4	-	14	
6	Тема 6. Силовой преобразователь		10, 11	2		4	2	14	
7	Тема 7. Формирователь ШИМ сигнала		12, 13	2		4	-	14	2-й рейтинг-контроль
8	Тема 8. Исследование линейных динамических систем		14, 15	2		6	-	14	
9	Тема 9. Работа с командной строки		16-18	2		6	-	14	3-й рейтинг-контроль
Всего за 6-й семестр:				18		36		126	Зачел
1	Раздел 1 Среда моделирования		1,2	2	2	2	-	7	

	Тема 1. Основные понятия и определения, системы основанные на знаниях							
2	Тема 2. Свойства моделируемых систем. Этапы моделирования	3,4	7	2	э		7	
3	Тема 3 Разновидности моделей электромеханических систем	4,5	2	2	2		7	1-й рейтинг-контроль
4	Раздел 2 Компьютерное моделирование. программы для моделирования Тема 1. Математические модели	6,7	2	2	2		7	
5	Тема 2. Логические модели	8,9	7	2	2		7	
6	Тема 3. Программы моделирования	К). 11	2	2	2		7	2-й рейтинг-контроль
7	Раздел 3. Модели и моделирование с использованием искусственного интеллекта Тема 1. Понятие о нейронных сетях, классификация. Моделирование систем с использованием нейронных сетей	12, 13	2	2	2		7	
8	Тема 2. Представление и использование нечетких знаний Нечеткие динамические системы и их моделирование	14, 15	2	2	2		7	
9	Тема 3. Модели реального времени	16- 18	2	2	2		7	3-й рейтинг-контроль
Всего за 7-й семестр:			18	18	18		63	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР			-	-			-	
Итого по дисциплине:			36	36	54		189	Экзамен/зачет

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1 Моделирование.

Тема 1. Области применения, технологии моделирования, виды моделей. Определение: Объект. Предмет. Модель. Моделирование. Система. Электромеханическая система. Виртуальная модель.

Тема 2. Компьютерная модель. Виды моделей. Математическая модель. Реализация. Способ описания.

Тема 3. Моделирование машины постоянного тока. Виды машин, параметры характеристики.

Стандартные блоки

Тема 4. Моделирование тиристорного преобразователя. Виды преобразователей, параметры характеристики. Стандартные блоки.

Тема 5. Регулятор скорости. Виды регуляторов, параметры характеристики. Стандартные блоки.

Тема 6. Силовой преобразователь. Виды силовых преобразователей, параметры, характеристики. Стандартные блоки

Тема 7. Формирователь ШИМ сигнала. Виды формирователей, параметры, характеристики. Стандартные блоки

Тема 8. Исследование линейных динамических систем. Способ описания в пространстве состояний.

Загрузка данных. Переходная характеристика, импульсная. АЧХ. ФЧХ. Стандартные блоки.

Тема 9. Работа с командной строки

Раздел 1 Среда моделирования, области применения, технологии моделирования, виды моделей

Тема 1. Основные понятия и определения, системы основанные на знаниях.

Общие вопросы моделирования. Определение: Объект. Предмет. Модель. Как создавать модели в среде

моделирования.

Моделирование. Система. Электромеханическая система. Виртуальная модель. Компьютерная модель. Моделирование: мысленное, статическое, стохастическое, детерминированное, символическое. математическое. Виды моделей.

Тема 2. Свойства моделируемых систем. Этапы моделирования

Модель. Элемент модели. Сложная модель. Подмодель. Структура. Параметр. Фазовая переменная. Поведение (динамика) модели. Вектор переменных.

Этапы моделирования. Описание задачи. Формулировка цели моделирования. Анализ объекта. Выбор и разработка модели.

Тема 3 Разновидности моделей электромеханических систем.

Раздел 2 Компьютерное моделирование, программы для моделирования

Тема 1. Математические модели

Содержательное описание моделируемого объекта. Формализация операций. Проверка адекватности модели. Корректировка модели. Оптимизация модели. Этапы построения компьютерной модели. Формулировка задачи исследований. Сбор априорной информации. Применять ли моделирование? Формирование математической модели. Программирование. Реализация модели на ЭВМ. Планирование исследования. Принятие решения. Построение модели косвенного измерения переменных состояния. Декомпозиция схем переменных состояния Способы построения схем переменных состояния непрерывных систем . Построение модели косвенного измерения переменных состояния электродвигателей. Математическая модель двухмассовой механической системы.

Тема 2. Логические модели . Теория сетей Петри. Простые сети Петри. Сеть первого рода. Маркированная сеть Петри. Правило срабатывания переходов. Операция слияния переходов. Операция слияния мест. Пример реализации моделей в нотациях сетей Петри.

Тема 3. Программы моделирования.

Моделирование динамических систем в Simulink. Запуск Simulink. Библиотека блоков Simulink. Основные приемы подготовки и редактирования модели. Установка параметров расчета модели. Работа с командной строки. Арифметические операторы. Операторы отношения. Логические операторы. Построение графиков. Исследование линейных динамических систем. Раздел 3. Модели и моделирование с использованием искусственного интеллекта

Тема 1. Понятие о нейронных сетях, классификация. Моделирование систем с использованием нейронных сетей

Понятие о нейронных сетях, классификация. Нейросетевые регуляторы. Понятие о нейронных сетях, классификация. Возможности их использования в системах управления. Ограничения. Алгоритмы обучения и самонастройки. Нейросетевые регуляторы: принцип действия, структуры. Сравнительные характеристики нейросетевых, экспертных и типовых регуляторов. Рекомендации по построению, применению и моделированию.

Тема 2. Представление и использование нечетких знаний Нечеткие динамические системы и их моделирование

Представление и использование нечетких знаний Операции над нечеткими множествами Нечеткие динамические системы Виды неопределенностей. Нечеткие множества как аппарат для описания нечеткой информации. Операции над нечеткими множествами. Лингвистические описания и переменные. Интерпретация и построение функции принадлежности. Нечеткие динамические системы, нечеткие отношения как модели динамических систем. Идентификация в нечетких системах. Максимальная композиция, альфа-композиция. Нечеткие регуляторы. Структуры и подходы к построению моделей нечетких регуляторов. Самонастраивающиеся и ПИД - регуляторы. Управление нечеткой системой. Фазификация. Построение базы правил. Алгоритмы вывода. Дефазификация. Анализ и синтез нечетких регуляторов. Переходные процессы. Вопросы настройки и устойчивости. Сравнительные характеристики. Нечеткие системы ситуационного управления. Отношения на нечетких ситуациях. Подходы к построению ситуационных систем управления. Модели типа: "ситуация-действие", "ситуация - стратегия управления - действие". Примеры моделей.

Тема 3. Модели реального времени

Модели реального времени. Принципы построения. Натурный и полунатурный эксперимент на моделях. Виртуальные модели.

## Содержание практических занятий по дисциплине

### Шестой семестр

- Тема 1. Среда моделирования  
 Содержание практических/лабораторных занятий.  
 Изучение среды моделирования.  
 Работа в среде моделирования
- Тема 2. Моделирование машины постоянного тока  
 Содержание практических/лабораторных занятий.  
 Теоретический расчет машины постоянного тока  
 Моделирования работы машины постоянного тока.
- Тема 3. Моделирование тиристорного преобразователя  
 Содержание практических/лабораторных занятий.  
 Теоретический расчет Моделирование тиристорного преобразователя Моделирования работы  
 Моделирование тиристорного преобразователя.
- Тема 4. Регулятор скорости  
 Содержание практических/лабораторных занятий.  
 Теоретический расчет регулятора скорости  
 Моделирования работы регулятора скорости.
- Тема 5. Силовой преобразователь  
 Содержание практических/лабораторных занятий.  
 Теоретический расчет силового преобразователя  
 Моделирования работы силового преобразователя
- Тема 6. Формирователь ШИМ сигнала  
 Содержание практических/лабораторных занятий.  
 Изучить алгоритм работы ШИМ.  
 Моделирование работы ШИМ.
- Тема 7. Исследование линейных динамических систем  
 Содержание практических/лабораторных занятий.  
 Создать, линейную динамическую систему.  
 Моделирование динамических систем
- Тема 8. Модель привода с переменной структурой.  
 Содержание практических/лабораторных занятий  
 Разработать привод с переменной структурой.  
 Моделирование работы привод с переменной структурой.
- Тема 9. Работа с командной строки  
 Содержание практических/лабораторных занятий.  
 Изучить приемы работы с командной строки.  
 Моделирование работы системы с командной строки.

### Седьмой семестр

- Тема 1. Построение модели объекта исследований в среде MatLab  
 Содержание практических/лабораторных занятий  
 Разработка модели объекта исследований  
 Моделирование работы основных блоков модели
- Тема 2 Создание одномассовой механической системы в среде MatLab  
 Содержание практических/лабораторных занятий  
 Разработка модели МС с одной массой.  
 Моделирование работы
- Тема 3 Создание двухмассовой механической системы в среде MatLab  
 Содержание практических/лабораторных занятий  
 Разработка модели МС с двумя массами.  
 Моделирование работы
- Тема 4 Создание программного технического средства реального времени  
 Содержание практических/лабораторных занятий  
 Разработка модели объекта реального времени  
 Моделирование работы

## 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

#### Шестой семестр

##### *Рейтинг-контроль 1*

1. Понятие модели. Виды. Способы представления.
  2. Процедура моделирования. Сущность.
  3. Адекватность и эффективность математических моделей. Общая логика построения моделей. Технология математического моделирования.
  4. Методы построения математических моделей. Аналитические модели, модели идентификации.
  5. Построение модели идентификации с помощью регрессионного метода. Параметрическая и структурная идентификация (алгоритм не нужен).
  6. Идентификация статических линейных систем с несколькими входами (определение, алгоритм).
  7. Построение модели идентификации с помощью внутренних форм.
  8. Достоверность и адекватность регрессионной модели. Критерий Фишера.
  9. Построение моделей идентификации поисковыми методами (достоинства, недостатки, отличия от регрессионной модели: в лекции изложено полно, в учебнике - плохо).
- К). Математическое моделирование сложных неоднородных систем. Математические модели элементов системы (типовые математические схемы).

##### *Рейтинг-контроль 2*

1. Способы организации единичного жребия (определение. 4 варианта, алгоритм, механизм случайного выбора). Понятие агрегата в моделировании систем.
2. Операторы переходов агрегата.
3. Кусочно-линейные агрегаты. Процесс функционирования кусочно-линейного агрегата (определение, структура).
4. Сети Петри. Основные определения, способы представления, маркировки, правила выполнения переходов, правило составления сетей Петри (структура. 3 способа представления, определения).
5. Сети Петри для моделирования. Основные свойства сетей Петри.
6. Задача анализа сетей Петри (типы задач).
7. Методы анализа сетей Петри (2 метода, приемы).
8. Обобщения сетей Петри (зачем нужны, применение).
9. Моделирование стохастических процессов. Методы статистических испытаний (сущности, достоинства, недостатки).

##### *Рейтинг-контроль 3*

1. Приемы построения и эксплуатации дискретных имитационных моделей.
2. Определение характеристик стационарного случайного процесса по 1 реализации.
3. Методы получения наблюдений в имитационном моделировании.
4. Имитационное моделирование на универсальных и специализированных языках.
5. Основные понятия теории нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами.
6. Нечеткое отношение и способы его задания.
7. Понятие нечетких и лингвистических переменных. Числовые и нечисловые лингвистические переменные. Нечеткие числа.
8. Арифметические операции над нечеткими числами. Сравнение нечетких чисел.
9. Прямые методы построения функции принадлежности нечетких множеств.

9  
**Седьмой семестр**

*Рейтинг-контроль /*

1. В чем заключается суть направления развития искусственного интеллекта, основанного на попытке создать нейронную модель мозга?
2. Каковы современные аспекты применения нейросистем?
3. Каковы недостатки нейронных сетей?
4. В чем заключаются преимущества нейронных сетей?
5. Из каких элементов состоит модель искусственного нейрона?
6. Как работает искусственный нейрон?
7. Как строятся нейронные сети?
8. Какие задачи решаются с помощью нейронных сетей?
9. Как производится обучение нейронной сети?
10. Какие типы правил обучения нейросетей вы знаете?

*Рейтинг-контроль 2*

1. Что такое нейронные сети?
2. Что входит в основу нейросети?
3. Чем определяется архитектура нейросети?
4. Какие типы нейронных сетей с точки зрения архитектуры можно выделить?
5. Какие типы среди многослойных нейронных сетей можно выделить?

*Рейтинг-контроль 3*

1. Сформулируйте цель проведения научных и технических разработок в области искусственного интеллекта.

2. Назовите два основных направления искусственного интеллекта. Какова основная идея каждого из этих направлений?
3. Сформулируйте суть модели лабиринтного поиска.
4. Что такое эвристическое программирование?
5. Назовите два основных подхода к моделированию искусственного интеллекта.
6. Назовите основные области применения систем искусственного интеллекта.
7. Назовите три известных вам комплекса вычислительных средств систем искусственного интеллекта.
8. Перечислите направления развития искусственного интеллекта.
9. Что такое данные?
- К). Что такое знания?
11. В чем состоит основное отличие базы знаний от базы данных?
12. Что такое семантическая сеть? Приведите пример семантической сети.
13. Как осуществляется вывод новых знаний в семантической сети?

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.

### Шестой семестр

#### Зачет

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).

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).

Способы организации единичного жребия (определение, 4 варианта, алгоритм, механизм случайного выбора).

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.  
 Косвенные методы построения функции принадлежности нечетких множеств.  
 Модели нейронных сетей.  
 Создание модели объекта в терминах нечетких систем  
 Создание модели объекта в терминах нейронных сетей  
 Средства моделирования и моделирующие программы  
 Построение функции активации  
 Сбор данных для обучения моделей с использованием нейросетей

## Седьмой семестр

### Экзамен

#### *Вопросы для подготовки к экзамену*

1. Понятие модели. Виды. Способы представления
2. Процедура моделирования. Сущность.
3. Математическая модель
4. Имитационная модель
5. Знаковые модели
6. Вербальные модели
7. Полунатурное моделирование
8. Сети Петри
9. Процедура создания модели
10. Логические модели
11. Нейронные модели
12. Модели на основе искусственного интеллекта
13. Адекватность и эффективность математических моделей.
14. Общая логика построения моделей.
15. Технология математического моделирования
16. Приемы построения и эксплуатации дискретных имитационных моделей
17. Имитационное моделирование на универсальных и специализированных языках
18. Моделирование систем, описанных в пространстве состояний
19. Компьютерное моделирование
20. Процедура создания математической модели
21. Объекты моделирования в мехатронных модулях.

### **1.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

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 - Кутта (4-го порядка). Методы дискретной аппроксимации. Метод отображения. Моделирование систем, описанных в пространстве состояний. Описание модели системы в пространстве состояний в дискретном представлении.

Примеры ситуационных задач:

- предложить модель для повышения точности обработки информации;
- предложить модель, для повышение производительности обработки информации;
- назовите современные программные средства, применяемые на стадии проектирования нейронных сетей ;
- назовите современные программные средства, применяемые на стадии проектирования нечетких контроллеров ;
- что является целью создания моделей при проектировании:
- предложить модель повышающую точность обработки информации в ПК;
- предложить решения по созданию альтернативных моделей нейронных сетей;
- предложить решения по созданию модели нечеткого контроллера для управления двигателем;
- предложить решения по созданию модели нечеткого контроллера для системы управления мехатронным модулем;
- создайте модель нечеткого контроллера для параметрической диагностики.

Требования к решению ситуационных задач;

- решения ситуационных задач следует излагать в устной форме во время лекционных и практических занятий;
- содержание решений ситуационных задач следует представлять в виде конкретных решений, направленных на достижение определенных целей;
- оценку решений ситуационных задач следует осуществлять с учетом креативности, мобильности и направленности мышления обучающихся;
- оценку решений ситуационных задач следует осуществлять, обращая особое внимание на объем и качество самостоятельной работы, выполненной обучающимся.

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
Основная литература*		
1. 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.— 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. Методы искусственного интеллекта в диагностике: учеб. пособие/О.В. Веселов, П.С.Сабуров; Владим. гос. ун-т им А.Г. и Н.Г. Стлетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 251с. ISBN 978-5-9984-0579-2 .	2015	Библиотека ВлГУ
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
4. 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.	2012	Библиотека ВлГУ
5. 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
Дополнительная литература		
1.А. П. Сергеев, Д. А. Тарасов Введение в нейросетевое моделирование. Флинт, 2021 - 129с	2021	ISBN: 978-5-9765-4175-7, 978-5-7996-2651 <a href="https://www.litres.ru/a-p-sergeev/vvedenie-v-neyrosetevoe-modelirovanie-65926710/">https://www.litres.ru/a-p-sergeev/vvedenie-v-neyrosetevoe-modelirovanie-65926710/</a>
2 Хайкин, Саймон Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.	2006	ISBN 5845908906 Текст: электронный // Библиотека Машиностроителя <a href="http://www.lib-bkm.ru/13779">http://www.lib-bkm.ru/13779</a>
3 Толковый словарь по искусственному интеллекту/Авторы-составители А.Н. Аверкин, М.Г. Гаазе-Рапопорт, Д.А. Поспелов. М.: Радио и связь, 1992. –256с.	2016	<a href="http://www.raai.org/library/tolk/aivoc.html">http://www.raai.org/library/tolk/aivoc.html</a>
4. Программирование искусственного интеллекта в приложениях [Электронный ресурс] / Джонс М.Т. ; Пер. с англ. Осипов А. И. М. : ДМК Пресс, 2011	2011	ISBN9785940747468 Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747468.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747468.html</a>
5. Смолин Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций 'Физматлит' 2-е изд., перераб. 2007. — 264стр.	2007	ISBN:978-5-9221-0862-1. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2325">https://e.lanbook.com/book/2325</a>
6.Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. 'Физматлит' 2-е изд., исправл. и доп.2010. — 368 стр.	2010	ISBN:978-5-9221-0510-1 Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2163">https://e.lanbook.com/book/2163</a>

## 6.2. Периодические издания

Журнал. Автоматизация в промышленности. ISSN 1819-5962

Журнал. Мехатроника. автоматизация, управление. ISSN 1684-6427.

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

### **6.3. Интернет-ресурсы**

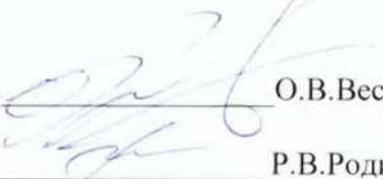
<http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2965>

<http://niatlab.exponenta.ru/matlab/dcfault.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 \_\_\_\_\_