

**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**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Методы и средства диагностирования мехатронных и робототехнических систем»**  
направление подготовки / специальность  
**15.03.06 Мехатроника и робототехника**  
направленность (профиль) подготовки  
**«Мехатроника и робототехника в машиностроении»**

г. Владимир

2021 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 и способы компьютерной диагностики;
- освоить практические навыки диагностирования сложных робототехнических систем и технологических процессов;
- развивать способности исследования и управления мехатронными системами на основе создания и использования аппаратных средств и алгоритмов диагностирования.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ опоп

Дисциплина «Методы и средства диагностирования мехатронных и робототехнических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

### 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	
ПК-1 Способен выбирать и составлять модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники. использовать специализированные программные продукты для эмуляции и отладки процесса их работы	<p>ПК-1.1 Знать алгоритмы составления и расчета моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов</p> <p>ПК-1.2 Уметь разрабатывать цифровые двойники и цифровые тени элементов мехатронных и робототехнических систем на всех этапах жизненного цикла изделия</p> <p>ПК-1.3 Владеть технологией моделирования мехатронных и робототехнических систем программными средствами</p>	<p>ПК-1.1 Знает алгоритмы составления и расчета моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей</p> <p>ПК-1.2 Умеет разрабатывать цифровые двойники и цифровые тени элементов мехатронных и робототехнических систем на всех этапах жизненного цикла изделия</p> <p>ПК-1.3 Владеет технологией моделирования мехатронных и робототехнических систем программными средствами</p>	Тестовые вопросы

## 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	Педеля 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	<b>Тема 1.</b> Задачи диагностирования	1	1,2	2	2		2	9	
2	<b>Тема 2.</b> Компьютер, как элемент диагностической системы		3,4		2			9	
3	<b>Тема 3.</b> Объект, как составная часть систем диагностирования		4,5	2	2		2	9	
4	<b>Тема 4.</b> Значение первичных измерителей средств диагностики		6,7	2	2		2	9	1-й рейтинг-контроль
5	<b>Тема 5.</b> Формирование диагностических сигналов и сигналов управления		8,9	2	2		2	9	
6	<b>Тема 6.</b> Подсистемы ввода измеряемой информации		ю, И	2	2		2	9	
7	<b>Тема 7.</b> Обработка вводимой информации		12, 13	2	2		2	9	2-й рейтинг-контроль
8	<b>Тема 8.</b> Структурные схемы диагностических комплексов.		14, 15	2	2		-	9	
9	<b>Тема 9.</b> Основы проектирования диагностических комплексов.		16 18	2	2		2	9	3-й рейтинг-контроль
Всего за 7-й семестр:				18	18			81	Экзамен
1	<b>Тема 1</b> Виды диагностики.		1,2	2	2	2	2	9	
2	<b>Тема 2</b> Экспертные системы диагностики реального времени		3,4	2	2	2	2	9	
3	<b>Тема 3</b> Диагностика на основе измерения информации.		4,5	2	2	2	2	9	1-й рейтинг-контроль
4	<b>Тема 4</b> Диагностика в пространстве состояний.		6,7	2	2	2	2	9	
5	<b>Тема 5</b> Обучение и самообучение в задачах диагностики.		8,9	2	2	2	2	9	
6	<b>Тема 6</b> Диагностика по энергии сигнала.		ю, И	2	2	2		9	2-й рейтинг-контроль
7	<b>Тема 7</b> Диагностика с использованием маркированных сетей Петри.		12, 13	2	2	2	2	9	

8	<b>Тема 8</b> Методы диагностики с использованием аппарата нечетких функции.		14, 15	2	2	2	2	9	
9	<b>Тема 9</b> Нейродиагностика		16 18	2	2	2	2	9	3-й рейтинг-контроль
Всего за 8-й семестр:				18	18	18		81	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине:				36	36	18		162	Экзамен

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Седьмой семестр

**Тема 1.** Основные понятия из области диагностики технических систем.

Информационный аспект компьютерной диагностики. Абстрактная модель процесса диагностики. Анализ объекта как источника диагностической информации. Активная и пассивная диагностика, функциональная и тестовая. Диагностические модели. Диагностическая идентификация. Структура компьютерных систем диагностики.

**Тема 2.** Компьютер, как элемент диагностической системы.

Структура компьютера, устройства ввода вывода, «материнская» плата. Внутренние шины компьютера (ISA, PCI), назначение выводов. Режимы работы: прерывания, прямой доступ к памяти. Последовательный интерфейс. Устройства регистрации и хранения информации при компьютерной диагностике. Документирование диагностической информации: графопостроители, принтеры, дисплеи. Программные оболочки.

**Тема 3.** Объект, как составная часть систем диагностирования.

Диагностические модели и способы их получения. Методы компьютерной диагностики.

**Тема 4.** Значение первичных измерителей средств диагностики.

Измеряемые физические величины, параметры и характеристики. Выбор типа измерителей. Датчики пути, скорости, ускорения. Измерение напряжения и тока. Аналоговая и цифровая информация, методы преобразования. Подсистемы ввода цифровой и аналоговой информации. Способы организации связей между первичными преобразователями и компьютером.

**Тема 5.** Формирование диагностических сигналов и сигналов управления.

Структурные схемы управляющих устройств. Алгоритмы работы при формировании сложных сигналов и функций.

**Тема 6.** Подсистемы ввода измеряемой информации.

Структурные схемы. Преобразование информации в подсистемах ввода. Аналоговый ввод. Многоканальные устройства ввода аналоговой информации. Аналоговые запоминающие устройства. Аналоговые коммутаторы. Компараторы. Дискретный последовательный и параллельный ввод.

**Тема 7.** Обработка вводимой информации.

Цензурирование, отбраковка, прореживание. Интегрирование и дифференцирование сигналов представленных графиками, разложение в ряды. Фильтрация. Сложение графиков, вычитание, умножение, наложение.

**Тема 8.** Структурные схемы диагностических комплексов.

Режимы работы. Комплексы для научных и лабораторных исследований. Устройства диагностики встраиваемые в оборудование, структуры и алгоритмы функционирования. Универсальная структура диагностического комплекса. Диагностические комплексы. Экспертные системы реального времени. **Тема 9.** Основы проектирования диагностических комплексов.

#### Восьмой семестр

**Тема 1** Виды диагностики.

Абстрактная модель процесса диагностики. Активная и пассивная диагностика, функциональная и тестовая. Информационный аспект компьютерной диагностики. Диагностические модели. Диагностическая идентификация. Структура компьютерных систем диагностики

**Тема 2** Экспертные системы диагностики реального времени

Анализ объекта как источника диагностической информации. Диагностические модели и способы их получения. Принципы построения экспертных систем.

**Тема 3** Диагностика на основе измерения информации.

Прохождение информации через объект. Отношение сигнал/шум. Оценка количества информации в сообщении. Оценка энергии сигнала и шума.

**Тема 4** Диагностика в пространстве состояний.

Описание систем в пространстве состояний. Уравнения в матричной форме. Число переменных состояния.

**Тема 5** Обучение и самообучение в задачах диагностики.

Принципы обучения. Создание обучающих данных. Описание логических уравнений связывающих цели и состояния.

**Тема 6** Диагностика по энергии сигнала.

Оценка энергии сигнала. Деформация выходного сигнала. Уравнение Парсевалея.

**Тема 7** Диагностика с использованием маркированных сетей Петри.

Логические модели диагностики. Сеть Петри. Принцип работы маркированной сети. Положения, переходы, дуги. Диагностическая модель.

**Тема 8** Методы диагностики с использованием аппарата нечетких функций.

Множества. Нечеткие функции. Функции активации. Термы.

**Тема 9** Нейродиагностика

### Содержание практических занятий по дисциплине

#### Седьмой семестр

Тема 1. Среда моделирования

Содержание практических занятий.

Изучение среды моделирования.

Тема 2. Компьютер, как элемент диагностической системы

Содержание практических занятий.

Изучение структуры ЭВМ

Тема 3. Объект, как составная часть систем диагностирования

Содержание практических занятий.

Структуры объектов диагностирования.

Тема 4. Значение первичных измерителей средств диагностики

Содержание практических занятий.

Выбор первичных преобразователей для диагностирования параметров.

Тема 5. Формирование диагностических сигналов и сигналов управления

Содержание практических занятий.

Изучение формирователей диагностических сигналов

Тема 6. Подсистемы ввода измеряемой информации

Содержание практических занятий.

Цифровые и аналоговые подсистемы ввода/вывода .

Тема 7. Обработка вводимой информации

Содержание практических занятий.

Алгоритмы обработки вводимой информации

Тема 8. Структурные схемы диагностических комплексов.

Содержание практических занятий

Структуры одноканального и многоканального ввода данных .

Тема 9. Основы проектирования диагностических комплексов.

Содержание практических занятий.

Построение структуры экспертной системы.

#### Восьмой 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** Экспертные системы диагностики реального времени

- Содержание практических/лабораторных занятий  
Разработка структуры экспертной системы.  
Моделирование работы
- Тема 3** Диагностика на основе измерения информации  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Разработка модели для диагностика на основе измерения информации.  
Моделирование работы
- Тема 4** Диагностика в пространстве состояний  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Разработка модели диагностики в пространстве состояний  
Моделирование работы
- Тема 5** Обучение и самообучение в задачах диагностики  
Содержание практических/лабораторных занятий
- Тема 6** Диагностика по энергии сигнала  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Разработка модели диагностики по энергии сигнала  
Моделирование работы
- Тема 7** Диагностика с использованием маркированных сетей Петри  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Разработка модели диагностики с использованием маркированных сетей Петри  
Моделирование работы
- Тема 8** Методы диагностики с использованием аппарата нечетких функции  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Разработка модели диагностики с использованием аппарата нечетких функции  
Моделирование работы
- Тема 9** Нейродиагностика  
Содержание практических/лабораторных занятий  
Разработка модели нейродиагностики  
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**

#### **Седьмой семестр**

##### *Рейтинг-контроль 1*

1. Понятие диагностики. Виды. Способы представления.
2. Процедура диагностирования. Сущность.
3. Адекватность и эффективность математических моделей используемых для диагностирования. Общая логика построения. 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. Построение моделей идентификации поисковыми методами (достоинства, недостатки, отличия от регрессионной модели; в лекции изложено полно, в учебнике - плохо).
9. Математическое моделирование сложных неоднородных систем. Математические модели элементов системы ( типовые математические схемы).
10. Определение количества информации.
11. Квантование сигнала (амплитудно-временная дискретизация).
12. Алгоритм обработки информации (сглаживание.)

13. Диагностика на основе измерений информации: структура, общий принцип.
14. Принципы переработки аналоговых сигналов.
15. Алгоритм обработки информации (прореживание).
16. Расчетные соотношения для оценки количества информации при статистическом оценивании.
17. Определение количества информации по Шеннону.
18. Варианты структур аналогового ввода в зависимости от быстродействия.
19. Алгоритм обработки информации (численное интегрирование).

#### *Рейтинг-контроль 2*

1. Алгоритм обработки информации (сглаживание).
  2. Диагностика в пространстве состояний. Структура диагностики.
  3. Структура генераторов простых сигналов.
  4. Алгоритм обработки информации (прореживание).
  5. Методы принятия решений при диагностике в пространстве состояний. Алгоритм.
  6. Генераторы, формирователи сложных сигналов.
  7. Алгоритм обработки информации (аппроксимация, методом наименьших квадратов).
  8. Сети Петри. Основные определения, способы представления, маркировки, правила выполнения переходов, правило составления сетей Петри (структура. 3 способа представления, определения).
  9. Сети Петри для моделирования. Основные свойства сетей Петри.
- К). Задача анализа сетей Петри (типы задач).
11. Методы анализа сетей Петри (2 метода, приемы).
  12. Обобщения сетей Петри (зачем нужны, применение).
  13. Ввод аналоговой информации (одноканальный).
  14. Алгоритм обработки информации (аппроксимация, методом наименьших квадратов).
  15. Расчет информации по соотношению сигнал/шум.
  16. Ввод аналоговой информации (многоканальный).
  17. Алгоритм обработки информации (цензурирование).
  18. Достоинства и недостатки диагностики на основе измерения количества информации.

#### *Рейтинг-контроль 3*

1. Понятие пространства состояний. Основные соотношения.
  2. Варианты аналогового ввода на основе процессоров.
  3. Алгоритм обработки информации (численное дифференцирование).
  4. Матрично-векторная запись для описания систем в пространстве состояний. Вектор соотношения.
  5. Устройство формирования управляющих сигналов, обобщенная структура.
  6. Приемы построения и эксплуатации дискретных имитационных моделей.
  7. Методы получения наблюдений в имитационном моделировании.
  8. Имитационное моделирование на универсальных и специализированных языках.
  9. Основные понятия теории нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами.
  10. Нечеткое отношение и способы его задания.
- И. Понятие нечетких и лингвистических переменных. Числовые и нечисловые лингвистические переменные. Нечеткие числа.
12. Арифметические операции над нечеткими числами. Сравнение нечетких чисел.
  13. Прямые методы построения функции принадлежности нечетких множеств.

### **Восьмой семестр**

#### *Рейтинг-контроль 1*

1. Модели диагностики
  2. Компьютер как элемент системы диагностики
  3. Обобщенная структура диагностического комплекса
  4. Диагностика в пространстве состояний: постановка задачи
5. Диагностика в пространстве состояний: уравнение пространств состояний

6. В чем заключается суть направления развития искусственного интеллекта в диагностике
7. Каковы современные аспекты применения нейросистем?
8. Каковы недостатки нейронных сетей?
9. В чем заключаются преимущества нейронных сетей?
- К). Из каких элементов состоит модель искусственного нейрона?
- И. Как работает искусственный нейрон?
12. Как строятся нейронные сети?
13. Какие задачи решаются с помощью нейронных сетей?
14. Как производится обучение нейронной сети?
15. Какие типы правил обучения нейросетей вы знаете?

#### *Рейтинг-контроль 2*

1. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: постановка задачи и методы решения
2. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: метрические методы распознавания
3. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: механизм реализации выводов
4. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: опознавание на основе аналогии
5. Логико-смысловые модели диагностики
6. Диагностика на основе измерения количества информации
7. Диагностическая модель при измерении количества информации
8. Оценка работоспособности ЭМС на основе энтропии. Недостаток
9. Диагностика состояния ЭМС по соотношению сигнал-шум
10. Диагностика на основе обучения и самообучения. Общие вопросы
11. Структура ПО получения и обработки диагностических знаний
12. Алгоритм обработки экспериментальных данных: метод прореживания
13. Алгоритм обработки экспериментальных данных: интегрирование функций
14. Алгоритм обработки экспериментальных данных: дифференцирование функций

#### *Рейтинг-контроль 3*

1. Сформулируйте цель проведения научных и технических разработок в области диагностики.
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. Каково их назначение?
8. Перечислите направления развития искусственного интеллекта.
9. Что такое данные?
10. 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?

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

#### **Вопросы к зачету**

#### *Экзамен*

##### *Вопросы для подготовки к экзамену*

1. Информационная модель процесса диагностики
2. Техническая диагностика
3. Основные определения диагностики

4. Функциональная диагностика
5. Тестовая диагностика
6. Модели диагностики
7. Компьютер как элемент системы диагностики
8. Обобщенная структура диагностического комплекса
9. Диагностика в пространстве состояний: постановка задачи
10. ДИАГНОСТИКА В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ: УРАВНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВ СОСТОЯНИЙ
11. Диагностика в пространстве состояний: определение граничных значений
12. Диагностика в пространстве состояний: алгоритм принятия решений
13. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: постановка задачи и методы решения
14. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: метрические методы распознавания
15. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: механизм реализации выводов
16. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: опознавание на основе аналогии Логико-смысловые модели диагностики
17. Диагностика на основе измерения количества информации Диагностическая модель при измерении количества информации
18. Оценка работоспособности ЭМС на основе энтропии.
19. Недостаток Диагностика состояния ЭМС по соотношению сигнал-шум Диагностика на основе обучения и самообучения. Общие вопросы Структура ПО получения и обработки диагностических знаний
20. Прямые методы построения функции принадлежности нечетких множеств. Косвенные методы построения функции принадлежности нечетких множеств. Модели нейронных сетей.
21. Создание модели объекта в терминах нечетких систем
22. Создание модели объекта в терминах нейронных сетей
23. Средства моделирования и моделирующие программы
24. Построение функции активации
25. Сбор данных для обучения моделей с использованием нейросетей
- 26.
- 27.
- 28.
- 29.
30. *Экзамен*
31. *Вопросы для подготовки к экзамену*

*Вопросы для подготовки к экзамену*

1. Информационная модель процесса диагностики
2. Техническая диагностика
3. Основные определения диагностики
4. Функциональная диагностика
5. Тестовая диагностика
6. Модели диагностики
7. Компьютер как элемент системы диагностики
8. Обобщенная структура диагностического комплекса
9. Диагностика в пространстве состояний: постановка задачи
10. Диагностика в пространстве состояний: уравнение пространств состояний
11. Диагностика в пространстве состояний: определение граничных значений
12. Диагностика в пространстве состояний: алгоритм принятия решений
13. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: постановка задачи и методы решения
14. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: метрические методы распознавания
15. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: механизм реализации выводов
16. Диагностика ЭМС по энергии выходного сигнала: опознавание на основе аналогии
17. Логико-смысловые модели диагностики
18. Диагностика на основе измерения количества информации
19. Диагностическая модель при измерении количества информации
20. Оценка работоспособности ЭМС на основе энтропии. Недостаток
21. Диагностика состояния ЭМС по соотношению сигнал-шум
22. Диагностика на основе обучения и самообучения. Общие вопросы
23. Структура ПО получения и обработки диагностических знаний
24. Диагностика на основе обучения и самообучения: этапы извлечения информации
25. Диагностика на основе обучения и самообучения: на основе использования структурных схем
26. Диагностика на основе обучения и самообучения: алгоритм принятия решения

27. Модели логического типа
28. Диагностики АМП с использованием сети Петри
29. Обучение с использованием реального объекта
30. Обучение с использованием реального объекта: система правил
31. Обучение с использованием реального объекта: факты
32. Структурная схема для диагностических комплексов
33. Структурная схема для диагностических комплексов: система аналогового ввода
34. Структурная схема для диагностических комплексов: система аналогового вывода
35. Алгоритм обработки экспериментальных данных
36. Алгоритм обработки экспериментальных данных: цензурирование
37. Алгоритм обработки экспериментальных данных: сглаживание по трем точкам
38. Алгоритм обработки экспериментальных данных: сглаживание с использованием МНК
39. Алгоритм обработки экспериментальных данных: метод прореживания
40. Алгоритм обработки экспериментальных данных: интегрирование функций
41. Алгоритм обработки экспериментальных данных: дифференцирование функций
42. Определение сети Петри

### 1.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Темы для подготовки докладов:

Виды и свойства диагностических 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. Измерение детерминированных (неслучайных) сигналов. Явный метод. Метод комплексного представления. Импульсные сигналы, кодовые последовательности. Использование циклов (программные блоки). Методы моделирования случайных величин для диагностирования. Метод нелинейного преобразования. Метод Неймана (метод исключения). Частные методы.

Диагностирование 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.

Диагностирование на основе моделирования 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.

Ввод информации, ее преобразование, обработка и сохранение. Принятие решений по результатам диагностирования. Методы экспертных оценок. Нейронные сети в задачах диагноста. Выбор сети, функций активации, методов фаззификации и дефаззификации. Алгоритмы Мам-дани и Сугено. Нечеткая диагностика. Получение диагностической информации, приведение к лингвистическим переменным. Выбор функций активации и представление термов.

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).-	2012	Библиотека ВлГУ ISBN 978-5-8114-1166-5
2. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. - М. : URSS, 2019.-240с/	2019	ISBN 978-5-9710-6012-3
3. Схиртладзе, А. Г. Надежность и диагностика технологических систем : учебник для вузов под ред. А. Г. Схиртладзе. -Москва :Новое знание, 2008 - 517 с.	2008	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>
4. 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.-251 с. ISBN 978-5-9984-0579-2	2015	Библиотека ВлГУ
5. Веселов, О.В. Моделирование электромеханических систем: учеб. пособие/О.В. Веселов, А.В. Веселов; Владим. гос. ун-т им А.Г. и Н.Г. Столетовых. - Владимир: Изд-во ВлГУ, 2021,- 404с. ISBN 978-5-9984-1219-6-	2021	Библиотека ВлГУ
Науменко, А. П. Введение в техническую диагностику и неразрушающий контроль: учеб, пособие / А. П. Науменко; Минобрнауки России, ОмГТУ. - Омск :Изд- во ОмГТУ, 2019152 с. : ил.	2019	ISBN 978-5-8149-2812-2
<b>Дополнительная литература</b>		
ГА. 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. - 1 104 с.	2006	ISBN 5845908906 Текст: электронный // Библиотека Машиностроителя <a href="http://www.lib-bkm.ru/13779">http://www.lib-bkm.ru/13779</a>
Сафарбаков, А. М. Основы технической диагностики : учеб, пособие /А. М. Сафарбаков, А. В. Лукьянов, С. В. Пахомов. - Иркутск : ИрГУПС, 2006,- 216с.	2006	
Стецюк, А. Е. Основы технической диагностики. Теория распознавания учеб, пособие / А. Е. Стецюк, Я. Ю. Бобровников. - Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2012.-69с	2012	
Бородин, С. М.Основы технической диагностики электронных средств : учебное пособие / С. М. Бородин. - Ульяновск : УГТУ. 2019 - 48 с.	2019	ISBN 978-5-9795-1892-3

### 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://matlab.exponenta.ru/matlab/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



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 31 08 22 года

Заведующий кафедрой Алла П. Степанов В.Ф. Коростелев

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 \_\_\_\_\_