

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР  
А.А.Панфилов  
26 / 04 / 2016

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль /программа

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость, час.	Лекций, час.	Лаборат. работ, час.	Практич. занятий, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз./зачет)
7	4/144	18	-	36	90	зачет.
8	5/180	18	18	18	99	36ч./экз
<b>Итого</b>	<b>9/324</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>189</b>	<b>зачет, 36ч./экз.</b>

Владимир 2016

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение следующих результатов образования (РО):  
на уровне представлений: получение информации, необходимой для анализа и расчета устройств и систем;

на уровне воспроизведения: определение параметра элементов, оптимизации; определение факторов определяющих процесс, алгоритмов диагностирования;

на уровне понимания: овладение методами построения и использования систем диагностики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы и средства диагностирования мехатронных и робототехнических систем» относится к дисциплинам по выбору Б.1.В.ДВ2 блока дисциплин ОПОП бакалавриата по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Изучаемая дисциплина содержит сведения о современных методах диагностики технических систем с применением микропроцессорных устройств, обеспечивающих контроль за текущим состоянием оборудования, с целью предупреждения возникновения дефектов в работе оборудования, расширение функциональных возможностей систем, повышение точности, улучшение сервиса.

Данный курс основан на знаниях полученных студентами при изучении математики, математических основ теории управления, теоретической электротехники, теории автоматического управления, электромеханических и мехатронных систем и является основой при изучении технических средств и алгоритмов компьютерной диагностики мехатронных систем.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания об объектах технических систем, высшей математики, иметь навыки в моделировании технических систем, владеть основами информатики и информационного обеспечения технологических процессов.

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования: готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний -ПК-13

**Знать:** основные принципы диагностирования.

**Уметь:** самостоятельно и творчески проводить расчеты и исследования мехатронных систем, самостоятельно применять основные положения теории к решению конкретных задач создания и эксплуатации систем диагностирования электромеханических и мехатронных устройств; теоретически выбирать наиболее эффективное решение для построения систем, строить математическое описание процесса, оптимизировать характеристики согласно решению процедуры диагностирования.

**Владеть:** навыками, для принятия решений на основе использования методов проектирования и исследования процессов диагностирования, выбирать область применения, использовать имеющиеся данные для расчета; принимать решения о необходимых действиях после выполнения анализа работоспособности.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа

п/п	Раздел (тема)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в час/%)	Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП/КР
1	Введение в компьютерную диагностику. Основные понятия технической диагностики	7	1 3 5	6		12			30	9/50	1-й Рейтинг контроль	
2	Модели, методы и алгоритмы компьютерной диагностики	7	7 9 11 13	6		12			30	9/50	2-й рейтинг контроль	
3	Способы получения и обработки информации в компьютерных системах диагностики.	7	15 17 18	6		12			30	9/50	3-й Рейтинг контроль	
Седьмой семестр						18			36	90	27/50	зачет
1	Структурные схемы диагностических комплексов.	8	1-6	6		6	6		33	6/33	1-й рейтинг контроль	
2	Сетевые методы диагностики	8	7-11	6		6	6		33	6/33	2-й рейтинг контроль	
3	Нейродиагностика, нечеткая диагностика	8	11-18	6		6	6		33	6/33	3-й рейтинг контроль	
Восьмой семестр						18			18	18	18/33	экз./36 час
	ВСЕГО			36	-	54	18	-	189	45/41,7	зач./экз.36 час	

#### 4.2. Лекции

##### Основное содержание курса

1. Введение. Современное состояние в области эксплуатации и разработки компьютерных систем диагностики и мониторинга, ретроспектива и тенденции развития. Экспертные системы диагностики реального времени.

2 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.

3. Объект, как составная часть систем диагностирования. Диагностические модели и способы их получения. Методы компьютерной диагностики. Диагностика в пространстве состояний. Обучение и самообучение в задачах диагностики. Диагностика на основе измерения информации. Диагностика по энергии сигнала. Диагностика с использованием маркированных сетей Петри. Методы диагностики в пространстве состояний.

4. Значение первичных измерителей средств диагностики. Измеряемые физические величины, параметры и характеристики. Концепция компьютерных измерений физических величин процессов. 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.

5. Формирование диагностических сигналов и сигналов управления. Структурные схемы управляющих устройств. Алгоритмы работы при формировании сложных сигналов и функций. 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.

6. 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. Сетевая модель диагностики.

7. Нейродиагностика.

8. Нечеткая диагностика.

#### 4.3. Практические занятия

№ п/п	Номер раздела	Объем, часов	Тема практического занятия
<b>Седьмой семестр</b>			
1	1	9	Знакомство с основными блоками подсистемы Simulink пакета Matlab. Построение и исследование моделей
2	2	9	Исследование системы управления привода как объекта диагностирования на модели
3	3	9	Методы построения диагностических комплексов для диагностики объектов машиностроительного производства
4	4	9	Каналы обмена информацией между ЭВМ и объектом исследования Разработка интерфейсов связи. Общие вопросы построения По-
<b>Восьмой семестр</b>			
5	5	9	Проектирование модели объекта с использованием формализма сетей Петри. Диагностика систем в пространстве состояний
6	6	9	Знакомство с пакетами nnTool, FuzzyLogik, создание нечетких алгоритмов и нейронных моделей, виды нейронных сетей, способы задания обучающих выборок.
<b>Итого:</b>		<b>54</b>	

#### **4.5. Лабораторные работы**

1. Построение модели системы управление сепаратного привода и исследование режимов его работы.
2. Исследование алгоритма диагностирования на основе сетей Петри
3. Исследование алгоритма диагностирования на основе нейросетей
4. Исследование алгоритма диагностирования на основе нечеткой логики-
5. Исследование алгоритма диагностирования в пространстве состояний.
6. Изучение работы диагностического комплекса
7. Формирование и сбор диагностической информации.

#### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

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

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

Для проведения контрольных мероприятий предлагается использовать компьютерные контрольные задания.

Самостоятельная работа студентов подкрепляется использованием ресурсов Интернет.

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

##### **Вопросы к рейтинг контролю.**

##### **Седьмой семестр**

##### **Первый рейтинг-контроль**

- 1.Определение количества информации.
- 2.Квантование сигнала (амплитудно-временная дискретизация).
- 3.Алгоритм обработки информации (сглаживание.)
- 4.Диагностика на основе измерений информации: структура, общий принцип.
- 5.Принципы переработки аналоговых сигналов.

##### **Второй рейтинг-контроль**

- 1 Ввод аналоговой информации (многоканальный).
- 2.Алгоритм обработки информации (цензурирование).
- 3.Достоинства и недостатки диагностики на основе измерения количества информации.
- 4.Определение количества информации по Шеннону.
- 5.Варианты структур аналогового ввода в зависимости от быстродействия.

##### **Третий рейтинг-контроль**

- 1.Устройство формирования управляющих сигналов, обобщенная структура.
- 2.Алгоритм обработки информации (сглаживание).
- 3.Диагностика в пространстве состояний. Структура диагностики.
- 4.Структура генераторов простых сигналов.
- 5.Алгоритм обработки информации (прореживание).
- 6.Методы принятия решений при диагностике в пространстве состояний. Алгоритм.

## Восьмой семестр

### Первый рейтинг-контроль

1. Алгоритм обработки информации (прореживание).
2. Расчетные соотношения для оценки количества информации при статистическом оценивании.
3. Ввод аналоговой информации (одноканальный).
4. Алгоритм обработки информации (аппроксимация, методом наименьших квадратов).
5. Расчет информации по соотношению сигнал/шум.

### Второй рейтинг-контроль

1. Алгоритм обработки информации (численное интегрирование).
2. Понятие пространства состояний. Основные соотношения.
3. Варианты аналогового ввода на основе процессоров.
4. Алгоритм обработки информации (численное дифференцирование).
5. Матрично-векторная запись для описания систем в пространстве состояний

### Третий рейтинг-контроль

1. Генераторы, формирователи сложных сигналов.
2. Алгоритм обработки информации (аппроксимация, методом наименьших квадратов).
3. Матрица принятия решений в методе пространство состояний
4. Генераторы на основе ПЗУ.
5. Алгоритм обработки информации (цензурирование).

### Вопросы к зачету

1. Определение количества информации.
2. Квантование сигнала (амплитудно-временная дискретизация).
3. Алгоритм обработки информации (сглаживание.)
4. Диагностика на основе измерений информации: структура, общий принцип.
5. Принципы переработки аналоговых сигналов.
6. Алгоритм обработки информации (прореживание).
7. Расчетные соотношения для оценки количества информации при статистическом оценивании.
8. Ввод аналоговой информации (одноканальный).
9. Алгоритм обработки информации (аппроксимация, методом наименьших квадратов).
10. Расчет информации по соотношению сигнал/шум.
11. Ввод аналоговой информации (многоканальный).
12. Алгоритм обработки информации (цензурирование).
13. Достоинства и недостатки диагностики на основе измерения количества информации.
14. Определение количества информации по Шеннону.
15. Варианты структур аналогового ввода в зависимости от быстродействия.
16. Алгоритм обработки информации (численное интегрирование).

### Вопросы к экзамену

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. Алгоритм обработки информации (сглаживание).
7. Диагностика в пространстве состояний. Структура диагностики.
8. Структура генераторов простых сигналов.

9. Алгоритм обработки информации (прореживание).
10. Методы принятия решений при диагностике в пространстве состояний. Алгоритм.
11. Генераторы, формирователи сложных сигналов.
12. Алгоритм обработки информации (аппроксимация, методом наименьших квадратов).
13. Матрица принятия решений в методе пространство состояний
14. Генераторы на основе ПЗУ.
15. Алгоритм обработки информации (цензурирование).

### Самостоятельная работа студента

Темы для самостоятельной работы студента

- №1 Изучение методов формирования первичной информации в системах диагностики
- №2 Изучение свойств объекта при построении диагностических моделей;
- №3 Изучение методов передачи информации в компьютерных системах диагностики;
- №№4-6 Изучение архитектуры компьютерных систем диагностики;
- №7 Изучение методов обработки и анализа информации для принятия решения в компьютерных системах диагностики;
- №8 Изучение методов обеспечения требуемого качества компьютерных систем диагностики;
- №9 Ознакомление с современными компьютерными системами диагностики технологического оборудования и их основными элементами.
- №10 Диагностика дискретных систем.
- №12 Диагностика микропроцессорных систем.
- №13 Оценка технического состояния электромеханических систем системами диагностирования
- №14 Методы диагностики с ограничением на число измеряемых переменных.
- №15 Диагностическая идентификация.

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРС	Трудоемкость, час
Седьмой семестр			
Раздел 1-3	1	Подготовка к практическим занятиям, изучение методов формирования первичной информации в системах диагностики	10
	2	Подготовка к практическим занятиям, изучение свойств объекта при построении диагностических моделей	10
	3	Подготовка к практическим занятиям, изучение методов передачи информации в компьютерных системах диагностики	20
Раздел 4-8	4	Подготовка к практическим занятиям, изучение архитектуры компьютерных систем диагностики	10
	5	Подготовка к практическим занятиям №7 изучение методов обработки и анализа информации для принятия решения в компьютерных системах диагностики	20
	6	Подготовка к практическим занятиям №8 изучение методов обеспечения требуемого качества компьютерных систем диагностики	10
	7	Подготовка к практическим занятиям, ознакомление с современными компьютерными системами диагностики технологического оборудования и их основными элементами.	10
Всего			90

Восьмой семестр			
Раздел 9-15	8	Структурные схемы диагностических комплексов, Ознакомление с современными компьютерными системами диагностики технологического оборудования и их основными элементами.	33
	9	Сетевые методы диагностики Диагностика микропроцессорных систем. Оценка технического состояния электромеханических систем системами диагностирования	33
	10	Нейродиагностика, нечеткая диагностика. Методы диагностики с ограничением на число измеряемых переменных. Диагностическая идентификация.	33
Всего			99
Итого:			189

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. 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. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 251с. ISBN 978-5-9984-0579-2. (библиотека ВлГУ).

2. . 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.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43957>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics): учебное пособие для высших учебных заведений / В.М. Мусалимов, Г.Б. Заморуев, И.И. Калапышина, А.Д. Перечесова, К.А. Нуждин. - СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 114 с.

### Дополнительная:

1. Джон Крейг. Введение в робототехнику. Механика и управление. М., Ижевск. АНО Ижевский институт компьютерных исследований». 2013, - 543с. - ISBN: 978-5-4344-0164-7.

2. Состав и характеристики мобильных роботов: учебное пособие по курсу «Управлением роботами и робототехническими комплексами. Машков К.Ю., Рубцов В.И., Рубцов И.В. – М. Издательство МГТУ им. Баумана, 2014 . – 175 с. – ISBN 978-5-7038-3866-2.

3. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics): учебное пособие для высших учебных заведений / В.М. Мусалимов, Г.Б. Заморуев, И.И. Калапышина, А.Д. Перечесова, К.А. Нуждин. - СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 114 с.

4. Сырецкий Г.А. Моделирование систем. Часть 2. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сырецкий Г.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45401>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Интернет ресурсы: <http://model.exponenta.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Практические занятия:

a. ауд. 106-2: ПЭВМ – 10 шт

b. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

c. пакеты ПО общего назначения (MSOffice, MSVisio, MSPowerPoint, Matlab)

2. Лабораторные работы:



a. ауд. 106-2: ПЭВМ – 10 шт, стенд для выполнения моделирования с приводом постоянного тока

b. «Диагностический комплекс»

c. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук), пакеты ПО общего назначения (MSOffice, MSVisio, MSPowerPoint, Matlab)

4. Прочее:

a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Рабочую программу составили: \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор Веселов О.В.  
кафедра МиЭСА

Рецензент (представитель работодателя): \_\_\_\_\_ инженер технолог И.В.Кашин  
ООО ФТК

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Мехатроника и электронные системы автомобилей», протокол № 9 от 25.04.16  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кобзев А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» протокол № 3 от 26.04.16  
Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Кобзев А.А.

Программа переутверждена:

на 17/18 учебный год, протокол № 13 от 29.06.17

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

на 18/19 учебный год, протокол № 12 от 27.06.18

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

на 19/20 учебный год, протокол № 1 от 01.07.19

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 20 / 20 21 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.20 года

Заведующий кафедрой *В.Ф. Коростелев* В.Ф. Коростелев

Рабочая программа одобрена на 20 21 / 20 22 учебный года

Протокол заседания кафедры № 16 от 28.06.21 года

Заведующий кафедрой *В.Ф. Коростелев, 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 \_\_\_\_\_