

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.15 Техническое диагностирование мехатронных систем

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Технологии автоматизации и роботизации производств

Курс 3
Семестр 6

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	72	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	72	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	6	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	А.Н. Григорьев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра транспортно-технологических машин

31.01.2024	протокол №	7	(наименование кафедры)
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский
машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий	знания: Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи умения: Разрабатывает варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации навыки: Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата
2. ПК-1 Способность участвовать в автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства	ПК-1.1 Участвует во внедрении средства автоматизации и механизации технологических операций	знания: Автоматизация и механизация технологических процессов механосборочного производства умения: Автоматизировать и диагностировать механизмы осуществляющие технологические операции механосборочного производства навыки: Осуществлять контроль за эксплуатацией средств автоматизации и механизации технологических операций

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Физика (УК-1), Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование (УК-1), Основы гидравлических расчетов мехатронных и робототехнических систем (УК-1), Электротехника и электроника (УК-1), Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование (ПК-1), Основы проектирования автоматизированных и робототехнических систем (ПК-1), Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем (ПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Промышленные роботы (УК-1), Надежность мехатронных систем (УК-1), Надежность мехатронных систем (ПК-1), Основы конструирования автономных роботов (ПК-1), Ремонт и контроль технологического оборудования (ПК-1); практиках: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (УК-1)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Диагностирование мехатронных систем	136	ПК-1, УК-1
Лекция. Показатели надежности мехатронных систем	2	
Практическое занятие. Расчет показателей надежности мехатронных систем	2	
Лекция. Параметрическая надежность мехатронных систем	2	
Практическое занятие. Выбор диагностических параметров для диагностики мехатронных систем	2	
Лекция. Измерительные системы и методы обеспечения точности измерений	2	
Практическое занятие. Обоснование режимов и процедур диагностирования мехатронных систем	2	
Лекция. Основные физические признаки для объектов диагностирования	2	
Практическое занятие. Организация процедур тестового диагностирования технических систем	2	
Лекция. Диагностирование однотипных элементов мехатронных систем	2	
Практическое занятие. Оптимизация диагностического процесса с учетом ценности получаемой информации	2	
Лекция. Вероятностные методы распознавания диагнозов	2	
Практическое занятие. Пример автоматизированной системы диагностирования	2	
Лекция. Методы вибрационной диагностики	2	
Практическое занятие. Диагностирование подшипников электрических машин	2	
Лекция. Диагностирование магнитными методами	2	
Практическое занятие. Методы магнитного контроля	2	
Лекция. Тепловой вид контроля	2	
Практическое занятие. Тепловизионный контроль мехатронных механизмов	2	
Лекция. Электрический вид контроля	2	
Практическое занятие. Электрический контроль мехатронных изделий	2	
Лекция. Вихретоковый вид контроля	2	
Практическое занятие. Вихретоковые дефектоскопы	2	
Лекция. Электроискровой контроль	2	

Практическое занятие. Электроискровой дефектоскоп	2
Лекция. Комплексная диагностика силовых трансформаторов	2
Практическое занятие. Дефекты и диагностика изоляции силовых трансформаторов	2
Лекция. Ультразвуковая дефектоскопия	2
Практическое занятие. Методы диагностики электротехнического оборудования	2
Лекция. Диагностика коммутационных аппаратов	2
Практическое занятие. Использование метода импульсной рефлектометрии для диагностики линий связи	2
Лекция. Спектр-токовый анализ в диагностике мехатронных устройств	2
Практическое занятие. Методы испытания силовых трансформаторов	2
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение реферата 1. Вибродиагностика и вибромониторинг общих дефектов мехатронных систем. 2. Виброакустическая диагностика мехатронных изделий 3. Способы контроля и средства течеискания. 4. Магнитная дефектоскопия, магнитно-порошковый метод. 5. Устройство, принцип действия, назначение пьезопреобразователей 6. Контроль состава и структуры конструкционных материалов. 7. Автоматизация процессов диагностирования технологического оборудования 8. Технические средства диагностирования: 9. Триботехническая диагностика и прогнозирование 10. Ультразвуковая дефектоскопия 11. Методика инфракрасного контроля электрооборудования 12. Акустико-эмиссионный контроль оборудования	72
Иная контактная работа:	0

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах.

Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение подготовку реферата. Перед написанием реферата необходимо выбрать тему из списка предложенных и согласовать выбранную тему с преподавателем. Объем реферата 10 - 15 страниц форматом А4. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Кошкин, Вениамин Васильевич. Техническая диагностика систем [Текст] : конспект лекций : [по направлениям 11.03.03 и 27.03.04] / В. В. Кошкин; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 138 с. ISBN 978-5-8158-1836-1. Экземпляры: всего 26.	26 / https://portal.volgatech.net/books/Koshkin_texnicheskaia_diagnostika_sistem_2017.pdf
2.	Хабаров, Борис Петрович. Техническая диагностика и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры [Текст] : [учеб. пособие для вузов по специальности 201500 "Бытовая радиоэлектрон. аппаратура" направления подгот. дипломир. специалистов 654200 "Радиотехника"] / Б. П. Хабаров, Г. В. Куликов, А. А. Парамонов. М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 376 с. ISBN 5-93517-160-0. Экземпляры: всего 9.	9
3.	Малкин, Владимир Сергеевич. Техническая диагностика [Текст] : учебное пособие / В. С. Малкин. Изд. 2-е, испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 271 с. ISBN 978-5-8114-1457-4. Экземпляры: всего 50.	50
4.	Захаров, Юрий Владимирович. Качество и надежность электронных средств [Текст] : учебное пособие : [для бакалавров направления подготовки 11.03.03, 11.03.04, 27.03.02, 27.03.04] / Ю. В. Захаров; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 162 с. ISBN 978-5-8158-1981-8. Экземпляры: всего 13.	13 / https://portal.volgatech.net/books/Zaxarov_kachestvo_na_dezhnost_elektronnix_sredstv_2018.pdf
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		

1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	147 (I)	Комплекс-тренажер по изучению устройства и осуществлению сервисного обслуживания промышленных роботов (1), Комплект учебно-лабораторного оборудования "Датчики робототехнических комплексов" (1), Комплект учебно-лабораторного оборудования робот-манипулятор (1), Компьютер CPU D 820/2*512mb/80Gb+Монитор LCD BenQ 19" клав.мышь,ковр (1), Лабораторный комплекс "Промышленная автоматика и программируемый логический контроллер" (1), Монитор 17" LCD PROVIEW VA-796KN (1), Ноутбук ASUS X550CC i3-3217/4G/500G 15,6 "HD (1), Систем.блок Cel D352/256Mb*2/160Gb/DVD-RW/FDD клав.мышь.ковр. (1), Учебный комплекс MPS 202 "Мехатроника.Базовый" (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый	Обучающийся имеет знания основного материала,	удовлет-

уровень	проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	ворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Билет № 0

1. Связь между структурными и диагностическими параметрами.
2. Начальные и предельно-допустимые значения диагностических параметров.
3. Диагностика электрических коммутационных аппаратов мехатронных устройств.

Вопросы тестов

1. Какие существуют зависимости между структурными и диагностическими параметрами?

Однофакторная зависимость и многофакторная

Жесткая и вариативная зависимости

Интегральная и дифференцированная зависимости

Существуют все указанные зависимости

2. Однофакторная зависимость между структурными и диагностическими параметрами подразделяется на:

Однозначную и многовариантную

Линейную и нелинейную

Функциональную и стохастическую

Контрольную и технологическую

3. Какому обязательному требованию должен удовлетворять диагностический параметр?

Требованию однозначности

Требованию информативности

Требованию экономичности

Требованию чувствительности

4. Что не относится к диагностическому нормативу?

Вариативное значение диагностического параметра

Предельно-допустимое значение диагностического параметра

Начальное значение диагностического параметра

Периодичность диагностирования

5. Позисторы (термисторы) при нагревании изменяют свое сопротивление в сторону

Не изменяют сопротивления

Уменьшения

Увеличения

Могут увеличивать или уменьшать свое сопротивление в зависимости от диапазона контролируемых температур

6. Для работы термопары

Не нужен внешний источник питания

Нужен внешний источник питания при измерении отрицательных температур $^{\circ}\text{C}$

Нужен внешний источник питания при работе в агрессивной среде

Нужен внешний источник питания

7. Кварцевый термометр пластинку вырезанную из кристалла

Co_2O_2

Mn_2O_3

SiO_2

MgO

8. Кварцевый термометр имеет разрешающую способность

$0,0001^{\circ}\text{C}$

$0,001^{\circ}\text{C}$

$0,00001^{\circ}\text{C}$

$0,01^{\circ}\text{C}$

9. Оптическая пирометрия – это метод измерения температуры основанный на соотношении существующем между

Температурой тела и смещением длины волны отраженного излучения

Температурой тела и его оптическим излучением

Температурой тела и изменением его частоты собственных колебаний

Температурой тела и изменением электрического сопротивления при нагревании

10. Терморезисторы позволяют контролировать изменение температуры на основе эффекта

Увеличения электрического сопротивления металлов при нагревании

Неизменности электрического сопротивления металлов при нагревании

Вариации электрического сопротивления металлов при нагревании в зависимости от диапазона контролируемых температур

Уменьшения электрического сопротивления металлов при нагревании

11. Какой датчик не используется для контроля положения и перемещения элементов технической системы?

Проволочный или фольговый тензодатчик

Дифференциальный трансформатор

Индуктивный датчик

Резисторный потенциометр

12. Экстензометр с вибрирующей струной используется для контроля перемещений

При производстве металлопроката

При прокладке нефтегазопроводов в слабых грунтах

При испытаниях транспортных машин

При диагностике в строительстве

13. Пьезоэлектрические датчики перемещений можно использовать

В качестве датчика детонации

Для контроля вибрации

Во всех указанных случаях

Для измерения ускорений

14. Указанную схему наклейки тензодатчиков применяют для

Для регистрации изгибающего момента

Для регистрации растяжения или сжатия при наличии изгибающих моментов, которые не должны учитываться

Для регистрации перерезывающей силы

Регистрация растягивающих или сжимающих усилий при отсутствии изгибающих моментов

15. Указанную схему наклейки тензодатчиков применяют для

Для регистрации изгибающего момента

Для регистрации растяжения или сжатия при наличии изгибающих моментов, которые не должны учитываться

Для регистрации перерезывающей силы

Регистрация растягивающих или сжимающих усилий при отсутствии изгибающих моментов

16. На рисунке представлен

Центробежный насос

Вентилятор включающийся по команде индуктивного датчика

Роторный насос

Объемный расходомер работающий по принципу обратного насоса

17. На рисунке представлен

Расходомер с преобразованием скорости потока в перепад давления

Объемный расходомер

Расходомер Пито

Расходомер работающий по принципу обратного насоса

18. На рисунке представлена схема

Электромагнитного расходомера

Теплового расходомера

Расходомера Вентури

Ионного расходомера

19. Конденсационный гигрометр позволяет измерить

Все перечисленные характеристики влажности воздуха

Температуру точки росы

Массовое отношение влаги

Относительную влажность воздуха

20. Мультипликативная погрешность

Обеспечивает постоянство относительной погрешности

Это отношение абсолютной погрешности к максимальному значению величины, измеряемой данным прибором

Это разность между измеренным и действительным значением контролируемой

величины

Это медленно и плавно меняющаяся во времени погрешность

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

21. Показатели долговечности
22. Показатели безотказности
23. Основные понятия технической диагностики
24. Классификация диагностических параметров
25. Что такое параметры рабочих процессов?
26. Что такое параметры сопутствующих процессов?
27. Классификация диагностических параметров
28. Связь между структурными и диагностическими параметрами
29. Выбор выходных параметров для целей диагностики
30. Определение допустимого значения диагностического параметра
31. Начальные и предельно-допустимые значения диагностических параметров
32. Классификация датчиков
33. Датчики для измерения температуры объектов диагностирования
34. Датчики положения и перемещения элементов технической системы
35. Измерение толщины лакокрасочных покрытий
36. Измерение механических сил, моментов сил, давлений и напряжений
37. Измерение давления жидкости и газа
38. Измерение скорости течения и расхода жидкости и газа
39. Контроль износа деталей машин
40. Контроль газового состава
41. Контроль влажности газовых сред
42. Организация процедур тестового диагностирования технических систем
43. Диагностирование однотипных элементов технической системы на основе сравнительного анализа их параметров

44. Постановка диагноза по комплексу независимых параметров
45. Постановка диагноза по методу последовательного анализа диагностического параметра
46. Постановка диагноза по методу последовательного анализа комплекса диагностических параметров
47. Методы вибрационной диагностики
48. Диагностирование магнитными методами
49. Приборы и методы для визуального и измерительного контроля
50. Приборы и методы ультразвукового контроля
51. Капиллярная дефектоскопия как способ неразрушающего контроля
52. Магнитопорошковая дефектоскопия
53. Металлографическое исследование макро и микроструктуры
54. Метод стилоскопирования как основа атомного спектрального анализа
55. Акустико-эмиссионный контроль
56. Вихретоковый контроль
57. Методика и приборы теплового контроля.
58. Неразрушающий контроль энергетических установок
59. Неразрушающий контроль электрооборудования
60. Неразрушающий контроль коммутационных аппаратов
61. Метод импульсной рефлектометрии для поиска повреждений кабельных линий
62. Диагностика силовых трансформаторов