

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

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

16.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.22 Надежность 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:

| | | | |
|---|-----------|-------------|----------------|
| профессор с ученой степенью доктора наук | ТТМ | СОГЛАСОВАНО | В.К. Иванов |
| (должность) | (кафедра) | | (И.О. Фамилия) |

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

| | | | |
|---------------------|-------------|----------------|------------------------|
| 08.02.2022 | 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 17.02.2022 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-1.2 Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи | знания: Выполняет поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, ее критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий умения: Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор. Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи навыки: Разрабатывает варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации. 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-1.2 Осуществлять контроль за эксплуатацией средств автоматизации и механизации технологических операций | знания: Об автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства умения: Участвует во внедрении средств автоматизации и механизации технологических операций 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: Введение в инженерную деятельность (УК-1), Основы САПР (УК-1), Основы проектирования (ПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы научных исследований (УК-1), Техническая эксплуатация робототехнических систем (УК-1), Проектирование роботов и робототехнических систем (ПК-1), Основы конструирования автономных роботов (ПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (УК-1), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-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

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|--|------------------|-------------------------|
| 1. Основные определения теории надежности | 20 | ПК-1, УК-1 |
| Лекция. Лекция 1. Основные понятия теории надежности | 2 | |
| Лекция. Лекция 2. Классификация и характеристики отказов | 2 | |
| Практическое занятие. 1. 1. Основные понятия теории вероятности и статистические параметры случайной величины | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР 1. Основные понятия, определения и показатели надежности 2. Классификация отказов, задачи теории надежности 3. Изменение технического состояния, виды и этапы | 12 | |
| 2. Факторы, влияющие на надежность | 22 | ПК-1, УК-1 |
| Лекция. Лекция 3. Изнашивание и виды изнашивания | 2 | |
| Лекция. Лекция 4. Старение и его влияние на надежность. . | 2 | |
| Практическое занятие. 2. Статистическая обработка результатов испытаний и расчет показателей надежности | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 4. Старение и износ, ресурс и диагностика при износе 5. Комплексные показатели надежности 6. Надежность систем с облегченным и скользящим резервированием | 14 | |
| 3. Случайные величины и законы распределения | 22 | ПК-1, УК-1 |
| Лекция. Лекция 5. Случайные величины и случайные события | 2 | |
| Лекция. Лекция 6. Законы распределения дискретных случайных величин | 2 | |
| Практическое занятие. 3. Основные показатели надежности, критерии надежности невосстанавливаемых систем | 4 | |
| Лекция. Лекция 7. Законы распределения непрерывных случайных величин | 2 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 7. Критерии надежности восстанавливаемых систем 8. Метод структурно-логических схем 9. Схемно-функциональный метод | 12 | |
| 4. Статистическая обработка и показатели надежности | 28 | ПК-1, УК-1 |
| Лекция. Лекция 8. Статистическая обработка результатов | 2 | |

| | | |
|--|-----------|------------|
| испытаний | | |
| Практическое занятие. 4. Количественные характеристики надежности при нормальном и усеченном нормальном законах распредел | 4 | |
| Лекция. Лекция 9. Основные показатели надежности | 2 | |
| Лекция. Лекция 10. Комплексные показатели надежности | 2 | |
| Практическое занятие. 5. Количественные характеристики надежности при экспоненциальном и гамма распределении | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 10. Влияние окружающей среды и нагрузок на надежность 11. Свойства металлических деталей и методы повышения надежности 12. Условия эксплуатации и динамические режимы технических объектов | 14 | |
| 5. Методы повышения надежности | 26 | ПК-1, УК-1 |
| Лекция. Лекция 11. Надежность в различные периоды эксплуатации | 2 | |
| Лекция. Лекция 12. Показатели надежности основной системы. | 2 | |
| Практическое занятие. 6. Надежность систем при различном соединении элементов | 4 | |
| Лекция. Лекция 13. Системы с резервированием | 2 | |
| Лекция. Лекция 14. Надежности восстанавливаемых систем | 2 | |
| Практическое занятие. 7. Надежность систем с нагруженным и ненагруженным резервированием | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 13. Стратегии поддержания и восстановления работоспособности технических объектов 14. Основные положения технической диагностики | 10 | |
| 6. Методы статистического анализа и обработки информации | 26 | ПК-1, УК-1 |
| Лекция. Лекция 15. Внешние возмущения | 2 | |
| Лекция. Лекция 16. Сбор и обработка информации | 2 | |
| Практическое занятие. 8. Надежность объектов при постепенных отказах | 4 | |
| Лекция. Лекция 17. Диагностика параметров надежности | 2 | |
| Лекция. Лекция 18. Структурные методы | 2 | |
| Практическое занятие. 9. Сбор и обработка информации о надежности технических систем | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 15. Схемы диагностирования и локализация неисправностей 16. Механизация, автоматизация процессов обслуживания технических объектов | 10 | |
| Иная контактная работа: зачет | 6 | |

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 **контрольной работы**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **балльно-рейтинговый**

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. | Схиртладзе, Александр Георгиевич. Надежность и диагностика технологических систем [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности "Металлообаб. станки и комплексы" направления подгот. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в"] / А. Г. Схиртладзе, М. С. Уколов, А. В. Скворцов ; под ред. А. Г. Схиртладзе. М.: Новое знание, 2008. - 517 с. ISBN 978-5-94735-139-2. Экземпляры: всего 10. | 10 |
| 2. | Надежность технических систем [Текст] : учеб. для студентов вузов по специальностям 311900 "Технология обслуживания и ремонта машин в агропром. комплексе" и 150200 "Автомобили и автомоб. хоз-во" направления подгот. дипломир. специалистов 653300 "Эксплуатация трансп. и трансп. оборудования" / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, П. П. Лезин и др. ; под общ. ред. Пучина Е. А., Дидманидзе О. Н. М.: Триада, 2005. - 351 с. ISBN 5-9546-0025-2. Экземпляры: всего 60. | 60 |
| 3. | Рыжков, Федор Николаевич. Надежность технических систем и управление риском [Текст] : учеб. пособие для студентов по специальностям "Безопасность жизнедеят.", | 8 |

| | | |
|--|---|---|
| | "Инженер. защита окружающей среды", "Безопасность технол. процессов и пр-в", "Защита в чрезвычайных ситуациях" / Ф. Н. Рыжков, В. И. Томаков. Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2000. - 345 с. ISBN 5-7681-0026-1. Экземпляры: всего 8. | |
| 4. | Соловьев, Николай Павлович. Вероятностные методы теории надежности строительных конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов направления подготовки 08.05.01 "Строительство уникальных зданий и сооружений" / Н. П. Соловьев; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. - 204 с. ISBN 978-5-8158-2075-3. Экземпляры: всего 24. | 24 / https://portal.volgatech.net/books/Solovev_Verojtnostnie_metodi_teorii_nadeznosti_stroitelnih_konstrukzii_2019.pdf |
| 5. | Надежность технических систем [Текст] : метод. указания к выполнению практ. работ для студентов специальностей 311300, 311900, 170400, 230100, 240400 / [А. А. Бахтин, В. Б. Неклюдов, В. Д. Щепин, В. Ю. Романов]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. - 47 с. Экземпляры: всего 16. | 16 |
| 6. | Павлов, Александр Иванович. Диагностирование гидроприводов транспортно-технологических машин и оборудования [Текст] : монография / А. И. Павлов, П. Ю. Лощёнов, А. А. Тарбеев ; под общ. ред. А. И. Павлова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 203 с. ISBN 978-5-8158-1816-3. Экземпляры: всего 11. | 11 / https://portal.volgatech.net/books/Pavlov_diagnostirovani_e_gidroprivoda_2017.pdf |
| 7. | Гультяев, А. Визуальное моделирование в среде MATLAB [Текст] : Учебный курс / Гультяев, А. Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2000. - 430 с. ISBN 5-272-00279-2. Экземпляры: всего 10. | 10 |
| 8. | Иванов, Владимир Константинович. Математическое моделирование процессов в машиностроении [Текст] : учеб. пособие / В. К. Иванов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. - 88 с. ISBN 5-8158-0099-6. Экземпляры: всего 66. | 66 |
| 9. | Иванов, Владимир Константинович. Моделирование и управление процессами и объектами в машиностроении [Текст] : теория автоматического управления : [учеб. пособие для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностр. пр-в", "Автоматизация и упр." и специальности "Технология машиностроения" и др.] / В. К. Иванов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. - 133 с. ISBN 5-230-00481-9. Экземпляры: всего 110. | 110 |
| 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 |

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 |
|-----------|---|---------------------------------|-------------------------|

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 уровень | Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий. | удовлетворительно |
| 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

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.

1. Как называется свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки
2. Как называется событие, заключающееся в нарушении исправности объекта или его составных частей вследствие влияния внешних воздействий
3. Как называется отказ, который характеризуется скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта
4. Как называется событие, которое при рассматриваемом сочетании условий может произойти, а может и не произойти
5. Как называется системы, элементы которых включены так, что отказ какого-либо элемента не приводит к отказу всей системы в целом
6. Какое влияние оказывает на надёжность деталей машин такой фактор среды, как запылённость:
7. Как называется наработка объекта до начала эксплуатации или ее возобновления после среднего или капитального ремонтов до наступления предельного состояния
8. Как называется установление диагноза по минимальному числу диагностических параметров
9. Параметр, косвенно характеризующий работоспособность объекта диагностирования называется:
10. Что такое отказ
11. Что такое резервирование
12. Что такое долговечность
13. По какой кривой вероятности безотказной работы объекта определяют работоспособность
14. Какие свойства характеризуют надёжность объекта:
15. Основные законы распределения случайных величин:
16. Комплексный показатель надёжности:
17. Что относится к показателям надёжности
18. Какие показатели надёжности машин оценивают сохраняемость:

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Определение понятия надежности. Показатели качества промышленной продукции.
2. Состояния промышленных объектов: исправное, работоспособное, предельное, повреждение. ТО и ремонт.
3. Классификация объектов по надежности. Понятие "отказ". Классификация и характеристики отказов.
4. Критерии надежности невосстанавливаемых систем: ВБР, ВО, ПРО, ИО, среднее время безотказной работы.
5. Критерии надежности восстанавливаемых систем: среднее время работы между отказами, среднее время восстановления, параметр потока отказов, функции и коэффициенты готовности и простоя.
6. Наиболее распространенные законы изменения вероятности безотказной работы со временем.
7. Экспоненциальный закон распределения времени безотказной работы.
8. Нормальный закон распределения наработки до отказа.
9. Какому закону распределения подчиняется интенсивность постепенных отказов.
10. Этапы расчета надежности технических систем.
11. Виды резервирования (нагруженное, ненагруженное), кратность резервирования технических систем (целая и дробная).
12. Основная система и ее показатели: ВБР, ИО, ПРО и МО наработки до отказа.
13. Надежность систем с нагруженным резервированием: ВБР, ВО, ПРО, МО наработки до отказа.
14. Надежность систем с нагруженным резервированием при экспоненциальной наработке до отказа каждого из n элементов
15. Зависимость надежности системы с нагруженным резервированием от кратности резервирования.
16. Надежность систем с ненагруженным резервированием. Общий случай.
17. Надежность систем с ненагруженным резервированием.
18. Надежность технических систем с облегченным резервом.
19. Надежность восстанавливаемых объектов и систем.
20. Показатели надежности восстанавливаемых систем
21. Надежность объектов при постепенных отказах..
22. Надежность объектов при постепенных отказах.
23. Классификация процессов, происходящих в элементах технологических систем.
24. Виды отказов инструмента в технологических системах.
25. Задачи технического диагностирования.

26. Системы диагностики мехатронных и робототехнических систем.
27. Комплексна оценка технического состояния при диагностике машин.
28. Средства диагностики станков, мехатронных и робототехнических систем.