Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 18:12:04
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДАЮ**
Декан факультета машиностроения
Сафонов Е.В.
2022г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление подготовки
**27.03.01 «Стандартизация и метрология»**

Профиль: **«Цифровая метрология»**

Квалификация (степень) выпускника
**Бакалавр**

Форма обучения
**Очная**

Москва 2022

Программа дисциплины «НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **27.03.01 «Стандартизация и метрология»** и профилю **«Цифровая метрология».**

Программу составил:
к.т.н. /Д.С. Ершов/

Программа дисциплины «НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ» по направлению **27.03.01 «Стандартизация и метрология»** утверждена на заседании кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация»
«31» август 2022 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой
доцент, к.э.н. /Т.А. Левина/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **27.03.01 «Стандартизация и метрология»** и профилю **«Цифровая метрология»**
к.т.н. /Д.С. Ершов/
«31» август 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

**Председатель комиссии** / А.Н. Васильев/

«15» 09 2022 г. **Протокол:** № 14-22

## 1. Цель освоения дисциплины

ЦЕЛЬ – подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

– систематизация и развитие знаний в области обеспечения надежности технических систем, формирование специалиста, способного прогнозировать, оценивать, устранять причины и смягчать последствия нештатного взаимодействия компонентов в системах типа человек-машина-среда.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «**НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»** входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки **27.03.01 «Стандартизация и метрология».**

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| ПК-1 | Способен выполнять поверку средств измерений согласно методикам поверки | Применяет средства измерения, эталоны единиц величин, стандартные образцы, вспомогательное оборудование, необходимые для проведения поверки<br>Применяет методики поверки средств измерений<br>Рассчитывает погрешности (неопределенности) измерений<br>Оформляет отчетную и производственно-техническую документацию, необходимую для проведения поверки |

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| ПК-3 | Способен осуществлять метрологическое обеспечение оценки соответствия продукции в процессе производства | Определяет достоверность результатов измерений для оценки соответствия продукции в процессе производства<br>Применяет аппарат математики и естественно-научных дисциплин для описания процессов контроля и формирования погрешности (неопределенности)<br>Определяет потребность в получении информации, необходимой для метрологического обеспечения оценки соответствия в процессе производства, находить, анализировать и эффективно использовать полученную информацию<br>Применяет методики и документы по стандартизации |
| ПК-4 | Способен организовать и провести работы по метрологической экспертизе технической документации и проектов нормативных правовых актов | Определяет порядок проведения метрологической экспертизы в зависимости от вида технической документации<br>Формирует заключения по результатам метрологической экспертизы технической документации и проектов нормативных правовых актов<br>Оценивает рациональности номенклатуры измеряемых параметров |

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы**,** т.е. 108 академических часов (из них 54 часов самостоятельная работа студентов).

Содержание дисциплины:

*Основные понятия надёжности. Классификация отказов. Составляющие надёжности.*

*Термины и определения, используемые в теории надёжности, регламентированные ГОСТ Р 53480-2009 «Надёжность в технике. Термины и определения».*

*Основные понятия в теории надежности: надежность, готовность, безотказность, ремонтопригодность, долговечность, сохраняемость, работоспособное состояние, неисправность, виды неисправностей, предельное состояние, отказ, восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты.*

*Классификация и характеристики отказов: по типу, по своей природе, критерии отказа, полный отказ, частичный отказ, независимый и зависимый отказы, систематические отказы, причины отказов. Основные признаки классификации отказов.*

*Составляющие надёжности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость. Величины и показатели. Определения, примеры.*

*Основные показатели надёжности: технический ресурс, остаточный ресурс, срок службы, срок сохраняемости, период приработки.*

*Понятия, относящиеся к анализу и разработке вопросов надежности: нормирование надежности, резервирование, прогнозирование, модель безотказности, анализ видов, последствий и критичности отказов, анализ дерева неисправностей, событий.*

*Надежность систем. Общие понятия и определения.*

*Количественные показатели безотказности и математические модели надёжности*

*Математические модели надёжности: нормальный, экспоненциальный, логнормальный и гамма-распределение.*

*Статистические и вероятностные формы представления показателей безотказности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы; параметры потока отказов; плотность распределения отказов; интенсивность отказов; средняя наработка до отказа; гамма-процентная наработка до отказа.*

*Расчёт характеристик надёжности невосстанавливаемых объектов при основном соединении элементов*

*Показатели надёжности восстанавливаемых объектов: средняя наработка до первого отказа, средняя наработка до отказа, время между отказами, средняя наработка между отказами, наработка между отказами, время до восстановления, средний срок сохраняемости, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования, коэффициент сохранения эффективности.*

*Резервирование систем. Основные понятия: резервирование, основной элемент, резервный элемент. Виды резервирования: структурное (элементное) резервирование, резервирование функциональное, временное резервирование, резервирование т из п,*

*смешанное резервирование, нагруженное резервирование, запас по нагрузкам.*

*Способы структурного резервирования: резервирование раздельное (поэлементное) с постоянным включением резервных элементов; резервирование раздельное с замещением отказавшего элемента одним резервным элементом.*

*Методы обеспечения надёжности сложных систем*

*Конструктивные способы обеспечения надёжности.*

*Технологические способы обеспечения надёжности изделий в процессе изготовления.*

*Обеспечение надёжности сложных технических систем в условиях эксплуатации.*

*Пути повышения надёжности сложных технических систем при эксплуатации.*

*Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надёжности техники при эксплуатации.*

*Общие правила расчета надежности технических объектов*

*Общие правила расчета надежности технических объектов на стадиях жизненного цикла в соответствии с ГОСТ 27.301 – 95 «Расчет надежности. Основные положения».*

*Порядок и цели расчета надежности. Общая схема расчета: идентификация объекта; определение целей и задач расчета; выбор метода (методов) расчета; составление расчетных моделей; получение и обработка исходных данных; вычисление показателей надежности; оформление, представление и защита результатов расчета.*

*Методы расчета надежности. Классификация методов по составу, по основным принципам расчета. Основные положения метода прогнозирования, структурных методов расчета, физических методов расчета.*

*Прикладные задачи надежности*

*Методы повышения надежности систем с помощью резервирования и восстановления. Виды резервирования. Выполнение структурного резервирования. Диагностические признаки технического состояния системы. Методология диагностики. Прогнозирование постепенных отказов.*

*Методы прогнозирования надежности*

*Основные положения методов эвристического прогнозирования (экспертной оценки), прогнозирования по статистическим моделям, комбинированных методов.*

*Типовые структурные методы расчета надёжности*

*Расчёт надёжности, основанный на использовании параллельно-последовательных структур.*

*Включение резервного оборудования системы замещением.*

*Методы расчета безотказности невосстанавливаемых объектов вида1.*

*Методы расчета безотказности восстанавливаемых объектов вида1.*

*Методы расчета показателей ремонтопригодности.*

*Методы расчета показателей надежности объектов вида 11.*

*Контроль за состоянием и эксплуатацией технических систем, выявление резервов, определение причин существующих недостатков и неисправностей в его работе, принятие мер по их устранению и повышению эффективности использования.*

## 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

- подготовка, представление и обсуждение презентаций на практических занятиях;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного тестирования;
- подготовка, представление и обсуждение рефератов на практических занятиях.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Промежуточная аттестация** по дисциплине проводится в виде **экзамена** на пятом семестре с учетом результатов **текущего контроля** успеваемости.

По итогам промежуточной аттестации в пятом семестре выставляется оценка – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для поведения текущего контроля успеваемости по отдельным разделал (темам) дисциплины могут применяться тестовые задания или контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы.

**Форма промежуточной аттестации: экзамен**

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков требуемым показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков требуемым показателям, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков требуемым показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ПК-1 | Способен выполнять поверку средств измерений согласно методикам поверки |
| ПК-3 | Способен осуществлять метрологическое обеспечение оценки соответствия продукции в процессе производства |
| ПК-4 | Способен организовать и провести работы по метрологической экспертизе технической документации и проектов нормативных правовых актов |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| ПК-1 Способен выполнять поверку средств измерений согласно методикам поверки | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатели** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Применяет средства измерения, эталоны единиц величин, стандартные образцы, вспомогательное оборудование, необходимые для проведения поверки<br>Применяет методики поверки средств измерений<br>Рассчитывает погрешности (неопределенности) измерений<br>Оформляет отчетную и производственно-техническую документацию, необходимую для проведения поверки | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| ПК-3 Способен осуществлять метрологическое обеспечение оценки соответствия продукции в процессе производства | | | | |
| **Показатели** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Определяет достоверность результатов измерений для оценки соответствия продукции в процессе производства<br>Применяет аппарат математики и естественно-научных дисциплин | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| для описания процессов контроля и формирования погрешности (неопределенности) Определяет потребность в получении информации, необходимой для метрологического обеспечения оценки соответствия в процессе производства, находить, анализировать и эффективно использовать полученную информацию Применяет методики и документы по стандартизации | | обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | | |
| ПК-4 Способен организовать и провести работы по метрологической экспертизе технической документации и проектов нормативных правовых актов | | | | |
| **Показатели** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Определяет порядок проведения метрологической экспертизы в зависимости от вида технической документации Формирует заключения по результатам метрологической экспертизы технической документации и проектов нормативных правовых актов Оценивает рациональности номенклатуры измеряемых параметров | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниями. |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

**а) основная литература**

1. Половко А.М., Гуров С.В, «Основы теории надёжности». Практикум. Учебник для ВУЗОВ. М.:BHV 2006г.- 506 с.

2. Брюховец А.А., Вячеславова О.Ф., Грибанов Д.Д. и др.; под общ. Ред. С.А.Зайцева. Метрология. Учебник.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ФОРУМ, 2011. – 464 с..

**б) дополнительная литература**

1. Зорин В.А., Бочаров В.С. «Надёжность машин» Учебник для вузов, Орёл: Орёл ГТУ, 2003г. – 549 с.

2. Рыжкин А.А., Слюсарь Б.Н., Шучев К.Г. Основы теории надежности: Уч. пос. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2002.

3. Переездчиков И.В., Крышевич О.В. Надежность технических систем и техногенный риск: Уч. пос. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1998.

4. Калевин В.П. «Основы теории надёжности и диагностики» Учебник, СПб.: Зямор. 1998г.,172с.

5. Проников А.С. «Параметрическая надёжность машин» – М: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002г.-560с.

6. Технический контроль в машиностроении: Справочник проектировщика (Под общ. ред. В.Н. Чупырина, А. Д. Никифорова, -М.: Машиностроение, 1987 –512 с.)

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы.**

## 8. Материально–техническое обеспечение дисциплины

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация».

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

**Задачи самостоятельной работы студента**:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и экзамену.

**Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины следует уделять изучению основных понятий в области метрологии, связанных с объектами и средствами измерений, метрологическими свойствами и характеристиками средств измерений; основам обеспечения единства измерений.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения практических и лабораторных работ.

## 11. Приложения к рабочей программе:

Приложение А – Структура и содержание дисциплины;
Приложение Б – Фонд оценочных средств;
Приложение В – Перечень оценочных средств.

**Приложение А**

## Структура и содержание дисциплины «НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

по направлению подготовки **27.03.01 «Стандартизация и метрология»**

| Раздел | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Л** | **П/С** | **Лаб** | **СРС** | **КСР** |
| Надежность систем. Общие понятия и определения. Термины и определения, используемые в теории надёжности, регламентированные ГОСТ Р 53480-2009 «Надёжность в технике. Термины и определения». Выдача задания на реферат и тему презентации. | 4 | 2 | | 6 | |
| Классификация и характеристики отказов. Основные признаки классификации отказов. Составляющие надёжности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость. Величины и показатели. Определения, примеры. Основные показатели надёжности: технический ресурс, остаточный ресурс, срок службы, срок сохраняемости, период приработки. | 4 | 2 | | 6 | |
| Математические модели надёжности: нормальный, экспоненциальный, логнормальный и гамма-распределение. Статистические и вероятностные формы представления показателей безотказности невосстанавливаемых объектов. | 4 | 2 | | 6 | |
| Расчёт характеристик надёжности невосстанавливаемых объектов при основном соединении элементов Показатели надёжности восстанавливаемых объектов. | 4 | 2 | | 6 | |
| Конструктивные способы обеспечения надёжности. Технологические способы обеспечения надёжности изделий в процессе изготовления. | 4 | 2 | | 6 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Обеспечение надёжности сложных технических систем в условиях эксплуатации. Пути повышения надёжности сложных технических систем при эксплуатации. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надёжности техники при эксплуатации. | 4 | 2 | | 6 | |
| Общие правила расчета надежности технических объектов на стадиях жизненного цикла в соответствии с ГОСТ 27.301 – 95 «Расчет надежности. Основные положения».<br>Порядок и цели расчета надежности. Общая схема расчета. Методы расчета надежности. | 4 | 2 | | 6 | |
| Методы повышения надежности систем с помощью резервирования и восстановления. Виды резервирования. Выполнение структурного резервирования. Диагностические признаки технического состояния системы. Методология диагностики. Прогнозирование постепенных отказов. | 4 | 2 | | 6 | |
| *Основные положения методов эвристического прогнозирования (экспертной оценки), прогнозирования по статистическим моделям, комбинированных методов.*<br>*Контроль за состоянием и эксплуатацией технических систем, выявление резервов, определение причин существующих недостатков и неисправностей в его работе, принятие мер по их устранению и повышению эффективности использования.* | 4 | 2 | | 6 | |
| Всего | 36 | 18 | | 54 | |

к.т.н. Д. Ершов

**Приложение Б**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 27.03.01 Стандартизация и метрология
ОП (профиль): «Цифровая метрология»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:
в соответствии с ОП

Кафедра: Стандартизация, метрология и сертификация

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств

**Составитель:**

к.т.н. Ершов Д.С.

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

| **Цифровая метрология** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО 27.03.01 | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИНДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВКА** | | | | |
| ПК-1 | Способен выполнять поверку средств измерений согласно методикам поверки | Применяет средства измерения, эталоны единиц величин, стандартные образцы, вспомогательное оборудование, необходимые для проведения поверки<br>Применяет методики поверки средств измерений<br>Рассчитывает погрешности (неопределенности) измерений<br>Оформляет отчетную и производственно-техническую документацию, необходимую для проведения поверки | лекции, самостоятельная работа, практические работы | З,<br>Э,<br>ПрР | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br><br>**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения практических работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | нормативном и методическом обеспечении |
| ПК-3 | Способен осуществлять метрологическое обеспечение оценки соответствия продукции в процессе производства | Определяет достоверность результатов измерений для оценки соответствия продукции в процессе производства<br>Применяет аппарат математики и естественно-научных дисциплин для описания процессов контроля и формирования погрешности (неопределенности)<br>Определяет потребность в получении информации, необходимой для метрологического обеспечения оценки соответствия в процессе производства, находить, анализировать и эффективно использовать полученную информацию<br>Применяет методики и документы по стандартизации | лекции, самостоятельная работа, практические работы | З,<br>Э,<br>ПрР | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br><br>**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения практических работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении |
| ПК-4 | Способен организовать и провести работы по метрологической экспертизе | Определяет порядок проведения метрологической экспертизы в зависимости от вида технической | лекции, самостоятельная работа, практические работы | З,<br>Э,<br>ПрР | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | технической документации и проектов нормативных правовых актов | документации<br>Формирует заключения по результатам метрологической экспертизы технической документации и проектов нормативных правовых актов<br>Оценивает рациональности номенклатуры измеряемых параметров | | | принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br><br>**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения практических работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении |

**- Сокращения форм оценочных средств см. в Приложении В к рабочей программе.

## Перечень вопросов на экзамен

1. Надежность систем. Общие понятия и определения (надежность, система, техническая система, технологическая система).
2. Основные понятия в теории надежности: надежность, готовность, безотказность, ремонтопригодность, долговечность, сохраняемость, работоспособное состояние, неисправность, виды неисправностей, предельное состояние, отказ, восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты.
3. Составляющие надёжности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость. Величины и показатели. Определения, примеры.
4. Классификация и характеристики отказов: по типу, по своей природе, критерии отказа, полный отказ, частичный отказ, независимый и зависимый отказы, систематические отказы, причины отказов. Основные признаки классификации отказов.
5. Временные характеристики изделия: наработка, наработка до отказа, наработка до первого отказа, наработка между отказами, время до восстановления, ресурс, срок службы, остаточный, средний срок службы, срок сохраняемости, время между отказами. Определения, примеры.
6. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов.
7. Основные показатели надёжности: технический ресурс, остаточный ресурс, срок службы, срок сохраняемости, период приработки.
8. Основные понятия, характеризующие "состояние" изделия: неисправность, работоспособное и неработоспособное состояние, продолжительность работоспособного состояния, предельное и критическое состояние.
9. Основные понятия, характеризующие переход изделия в различные "состояния": отказ, ошибка, критерий отказа, полный и частичный отказ, независимый и зависимый отказ, систематический и критический отказ, повреждение.
10. Понятия, относящиеся к анализу и разработке вопросов надежности: нормирование надежности, резервирование, прогнозирование, модель безотказности, анализ видов, последствий и критичности отказов, анализ дерева неисправностей, событий.
11. Резервирование систем: определения, виды (структурное, информационное, временное), примеры.
12. Методы повышения надежности систем с помощью резервирования.
13. Методы обеспечения надёжности сложных систем.
14. Конструктивные способы обеспечения надёжности сложных систем.

15. Технологические способы обеспечения надёжности изделий в процессе изготовления.
16. Обеспечение надёжности сложных технических систем в условиях эксплуатации.
17. Пути повышения надёжности сложных технических систем при эксплуатации.
18. Общие правила расчета надежности технических объектов.
19. Понятия, относящиеся к анализу и разработке.
20. Методы анализа видов, последствий, критичности отказов и работоспособности: метод анализа опасности и работоспособности, методы проверочного листа, анализ вида и последствий отказа, анализ вида, последствий и критичности отказа, дерево отказов, дерево событий, дерево решений, контрольные карты процессов.
21. Организация работ по установлению причин отказов: необходимые предпосылки для объективного анализа причин отказов, последовательность работ по установлению причин отказов, схема уточнённого исследования отказов.
22. Нормирование надёжности: исходные предпосылки нормирования, нормирование безотказности, требования к ремонтопригодности с учётом комплексных показателей, требования к сохраняемости.
23. Количественные показатели безотказности.
24. Математические модели надёжности.
25. Общие правила расчета надежности технических объектов.
26. Методы расчета надежности.
27. Методы прогнозирования надежности.

**Приложение В**

## Перечень оценочных средств по дисциплине

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опрос (Э – экзамен) | Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала | Перечень зачетных вопросов |
| 2 | Устный опрос (З -зачет) | Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися | Комплект зачетных вопросов |
| 3 | Практические работы (ПрР) | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом | Перечень практических работ |
| 4 | Тест (Т) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося | Фонд тестовых заданий |
| 5 | Презентация (ПР) | Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе | Темы презентаций |
| 6 | Реферат (Р) | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а | Темы рефератов |