Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.07.2026 14:01:23
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Надежность механических и электронных систем

Направление подготовки/специальность
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль/специализация
**Электроника и технологии сенсорики**

Квалификация
**бакалавр**

Формы обучения
**очная**

Москва, 2026 г

**Разработчик(и):**

Старший преподаватель  /М.Н. Лукьянов/

Старший преподаватель  /М.Р. Рыбакова/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»,
д.ф-м.н., доцент  /А.А. Скворцов/

**Содержание**

1. Цели освоения дисциплины. 4
2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета. 4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения 5
4. Структура и содержание дисциплины. 5
5. Образовательные технологии. 7
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое 7
6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю). 8
6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал 10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. 11
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины. 11
9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов 11
10. Методические рекомендации для преподавателя 11
Приложение 1. Структура и содержание дисциплины 13
Приложение 2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 15

## 1. Цели освоения дисциплины.

К основным целям освоения дисциплины «Надежность механических и электронных систем» следует отнести: освоение теоретических основ оценки надежности механических систем, правильное распознавание причин отказов, знание методов обеспечения надежности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации, изучение основ диагностики механических систем методами неразрушающего контроля.

К основным задачам освоения дисциплины «Надежность механических и электронных систем» следует отнести: освоение навыков оценки надежности и диагностирования механических систем и умение использовать эти знания при проектировании.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Надежность механических и электронных систем» относится к числу учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

«Надежность механических и электронных систем» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Основы материаловедения и сопротивление материалов;

- Теория вероятностей и математическая статистика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | **знать:**<br>• Методы расчета на надежность узлов и агрегатов механических и электронных систем.<br>• Основные виды отказов и методы их предупреждения<br>**Уметь:**<br>• Оценивать надежность (по безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости) объектов, исходя их заданных нагрузок и условий эксплуатации;<br>• Определять отказы и применять методы их предупреждения<br>**владеть:**<br>Навыками формулирования задач при производстве, модернизации и эксплуатации новой техники и ее испытании, построения алгоритма их решения |
| ПК-2 | Способен вести процесс разработки автотранспортных средств и их компонентов | **знать:**<br>• Критерии оценки надежности механических систем;<br>• Условия технической эксплуатации, виды отказов проектируемых объектов<br>**уметь:**<br>• Прогнозировать надежность объекта на стадии проектирования<br>**владеть:**<br>• Навыками оценки и прогнозирования надежности механических систем |

## 4. Структура и содержание дисциплины.

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

Разделы дисциплины «Надежность механических и электронных систем» изучаются на четвертом курсе.

**Седьмой семестр:** лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен

Структура и содержание дисциплины «Надежность механических и электронных систем» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

**Содержание разделов дисциплины.**

**Седьмой семестр**

**а. Качество и надежность машин. Основные термины и определения.**

Надежность машин как показатель их качества**.** Основная терминология – надежность, объект, элемент, наработка. Состояние объекта – исправное, неисправное, работоспособное, отказ, дефект.

Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты, ремонтируемые и неремонтируемые объекты.

Отказы – по происхождению, по изменению режима работы, по последствиям. Комплекс свойств, обеспечивающих надежность – безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость.

**б. Показатели надежности.**

Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов. Статистическое и вероятностное определение. Показатели сохраняемости. Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Расчет показателей безотказности – среднего типа отказов до заданной наработки, параметры потока отказов наработки, наработки на отказ. Показатели долговечности – ресурс и срок службы и их разновидности. Расчет показателей долговечности. Ремонтопригодность и её основные показатели. Расчет сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Стандарты для расчета показателей надежности.

**в. Виды отказов. Установление причин отказов автомобиля.**

Необходимые предпосылки для объективного анализа причин отказов. Последовательность работ при установлении причин отказов. Уточненные исследования причин отказов. Основные причины отказов различных устройств – механических, гидравлических и пневматических, электрических, электронных и электротехнических; электрохимических.

**г. Экспериментальное исследование надежности. Испытания на надежность.**

Виды испытаний на надежность. Определительные испытания. Планы испытаний [NUN], [NUT], [NUr]. Контрольные испытания. Ускоренные испытания. Экспериментальное определение ресурса узлов трения. Научное планирование эксперимента. Расчетно-экспериментальная оценка надежности по критериям работоспособности. Испытания на усталость

**д. Расчет надежности типовых деталей и узлов механических систем.** Методы расчета показателей надежности соединений деталей машин: с натягом, сварных и резьбовых по различным критериям. Методы расчета показателей надежности опор качения и скольжения. Методы расчета показателей надежности зубчатых передач на сопротивление контактной и изгибной усталости, а также в комплексе; фрикционных передач; ременных передач. Методы расчета показателей надежности многопоточных передач и валов (осей). Методы расчета показателей надежности муфт и соединительных устройств: роликовые обгонные муфты (по вероятности включения как муфты в целом, так и отдельных ее элементов); предохранительные муфты (фрикционные, пружинно-шариковые, с разрушающимися элементами).

**е. Методы неразрушающего контроля и повышение свойств деталей**

Основные методы испытания материалов. Методы неразрушающего контроля материалов, заготовок и деталей. Оптико-визуальные методы контроля. Акустические методы контроля. Капиллярный метод контроля. Электрические методы контроля. Магнитные методы контроля. Тепловые методы контроля. Радиационные методы контроля. Упрочнение поверхностным пластическим деформированием (ППД). Упрочнение химико-термическими и комбинированными способами обработки. Упрочнение конструкционных сталей термомеханической обработкой. Упрочнение деталей машин наплавкой. Упрочнение напылением на рабочие поверхности деталей материалов с высокими эксплуатационными свойствами. Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей электролитическим способом материалов с высокими эксплуатационными способами. Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей химическим способом материалов с высокими эксплуатационными свойствами. Упрочнение нанесением эмалевых покрытий на рабочие поверхности деталей. Упрочнение покрытием рабочих поверхностей деталей пластмассами и специальными материалами

## 5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Надежность механических и электронных систем» и реализация компетентностного подхода в изложении и

восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых расчетно-графических работ;

- реферат по разделам дисциплины

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Надежность механических и электронных систем» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

**В седьмом семестре**

-Расчетно-графическая работа №1 «Статистическая обработка экспериментальных данных по надежности. Расчет показателей надежности»;

- Расчетно-графическая работа №2 «Расчет надежности типовых деталей и узлов механических систем»

Расчетно-графические работы проводятся по индивидуальному заданию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задачи и задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы заданий расчетно-графических работ, тем рефератов, экзаменационных билетов, приведены в приложении 3.

### 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 |
|---|---|
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| ПК-2 | Способен вести процесс разработки автотранспортных средств и их компонентов |

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

### 6.1.2. 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).

| **УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:** методы расчета на надежность узлов и агрегатов механических и электронных систем; основные виды отказов и методы их предупреждения; | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методов расчета на надежность узлов и агрегатов механических систем; основных видов отказов и методов их | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методов расчета на надежность узлов и агрегатов механических систем; основных видов отказов и методов их предупреждения. Допускаются незначительные ошибки, проявляется | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методов расчета на надежность узлов и агрегатов механических систем; основных видов отказов и методов их предупреждения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методов расчета на надежность узлов и агрегатов механических систем; основных видов отказов и методов их предупреждения, свободно оперирует приобретёнными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | предупреждения; | недостаточность знаний, по ряду методов расчета, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | | |
| **уметь:** оценивать надежность (по безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости) объектов, исходя их заданных нагрузок и условий эксплуатации; определять отказы и применять методы их предупреждения | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет оценивать надежность (по безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости) объектов, исходя их заданных нагрузок и условий эксплуатации; определять отказы и применять методы их предупреждения | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: оценивать надежность (по безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости) объектов, исходя их заданных нагрузок и условий эксплуатации; определять отказы и применять методы их предупреждения. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: оценивать надежность (по безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости) объектов, исходя их заданных нагрузок и условий эксплуатации; определять отказы и применять методы их предупреждения. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: оценивать надежность (по безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости) объектов, исходя их заданных нагрузок и условий эксплуатации; определять отказы и применять методы их предупреждения. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **владеть:** навыками формулирования задач при производстве, модернизации и эксплуатации новой техники и ее испытании, построения алгоритма их решения | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками формулирования задач при производстве, модернизации и эксплуатации новой техники и ее испытании, построения алгоритма их решения. | Обучающийся частично владеет навыками формулирования задач при производстве, модернизации и эксплуатации новой техники и ее испытании, построения алгоритма их решения в неполном объеме, допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков. | Обучающийся частично владеет навыками формулирования задач при производстве, модернизации и эксплуатации новой техники и ее испытании, построения алгоритма их решения, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками формулирования задач при производстве, модернизации и эксплуатации новой техники и ее испытании, построения алгоритма их решения, построения алгоритма их решения, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |
| **ПК-2 Способен вести процесс разработки автотранспортных средств и их компонентов** | | | | |
| **знать:** Критерии оценки надежности механических систем; Условия технической эксплуатации, виды отказов проектируемых объектов; | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: критериев оценки надежности механических систем; условий технической эксплуатации, видов отказов проектируемых объектов. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: критериев оценки надежности механических систем; условий технической эксплуатации, видов отказов проектируемых объектов. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: критериев оценки надежности механических систем; условий технической эксплуатации, видов отказов проектируемых объектов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: критериев оценки надежности механических систем; условий технической эксплуатации, видов отказов проектируемых объектов, свободно оперирует приобретенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | | |
| **уметь:** Прогнозировать надежность объекта на стадии проектирования | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет прогнозировать надежность объекта на стадии проектирования | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: прогнозировать надежность объекта на стадии проектирования. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: прогнозировать надежность объекта на стадии проектирования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: прогнозировать надежность объекта на стадии проектирования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** Навыками оценки и прогнозирования надежности механических систем | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками оценки и прогнозирования надежности механических систем. | Обучающийся владеет навыками оценки и прогнозирования надежности механических систем в неполном объеме, допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при | Обучающийся частично владеет навыками оценки и прогнозирования надежности механических систем, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками оценки и прогнозирования надежности механических систем, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | применении навыков в новых ситуациях. | | |

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Надежность механических и электронных систем»:

- выполнили и защитили две расчетно-графические работы
- выполнение и защита реферата

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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 |

| | |
|---|---|
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, плохо оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками применяет их в простых ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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. |

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.**

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

**а) основная литература:**

1. Тимошенков, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 502 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс).
URL: https://urait.ru/bcode/433080
2. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем: учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 289 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс).
URL: https://urait.ru/bcode/441138

**б) дополнительная литература:**

1. Тимошенков, С. П. Основы теории надежности: учебник и практикум для академического бакалавриата / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 445 с. — (Высшее образование).
URL: https://urait.ru/bcode/433079
2. Новокрещенов, В. В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении: учебное пособие для вузов / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под научной редакцией Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 301 с. — (Высшее образование).
URL: https://urait.ru/bcode/453644

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

Электронный образовательный ресурс «Надежность и диагностика механических систем»
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1985

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория общего фонда, оборудованная аудиторной доской, столами, стульями или столами учебными со скамьями

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
5. Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины. Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

## 10.Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен по дисциплине проводится в форме письменного экзамена с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных билетах. В билет

вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

**Структура и содержание дисциплины «Надежность механических и электронных систем» по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»**
**(Бакалавр)**

| № п/п | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Форма аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л. | Пр. | Лаб. | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реф. | К.раб. | Э | З |
| **Четвертый семестр** | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | Надежность машин как показатель их качества. Основная терминология – надежность, объект, элемент, наработка. Состояние объекта – исправное, неисправное, работоспособное, отказ, дефект. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты, ремонтируемые и неремонтируемые объекты. Отказы – по происхождению, по изменению режима работы, по последствиям. Комплекс свойств, обеспечивающих надежность – безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость | 4 | 1-2 | 2 | 4 | | 6 | | | | + | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. | Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов. Статистическое и вероятностное определение. Показатели сохраняемости. Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Расчет показателей безотказности – среднего типа отказов до заданной наработки, параметры потока отказов наработки, наработки на отказ. Показатели долговечности – ресурс и срок службы и их разновидности. Расчет показателей долговечности. Ремонтопригодность и её основные показатели. Расчет сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Стандарты для расчета показателей надежности | 4 | 3-6 | 4 | 8 | | 12 | | | | + | + | | | |
| 3. | Необходимые предпосылки для объективного анализа причин отказов. Последовательность работ при установлении причин отказов. Уточненные исследования причин отказов. Основные причины отказов различных устройств – | 4 | 7-8 | 2 | 4 | | 6 | | | | + | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | механических, гидравлических и пневматических, электрических, электронных и электротехнических; электрохимических | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. | Виды испытаний на надежность. Определительные испытания. Планы испытаний [NUN], [NUT], [NUr]. Контрольные испытания. Ускоренные испытания. Экспериментальное определение ресурса узлов трения. Научное планирование эксперимента. Расчетно-экспериментальная оценка надежности по критериям работоспособности. Испытания на усталость | 4 | 9-10 | 2 | 6 | | 8 | | | | + | + | | | |
| 5. | Методы расчета показателей надежности соединений деталей машин: с натягом, сварных и резьбовых по различным критериям. Методы расчета показателей надежности опор качения и скольжения. Методы расчета показателей надежности зубчатых передач на сопротивление контактной и изгибной усталости, а также в комплексе; фрикционных передач; ременных передач. Методы расчета показателей надежности многопоточных передач и валов (осей). Методы | 4 | 10-14 | 4 | 10 | | 14 | | | | + | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | расчета показателей надежности муфт и соединительных устройств: роликовые обгонные муфты (по вероятности включения как муфты в целом, так и отдельных ее элементов); предохранительные муфты (фрикционные, пружинно-шариковые, с разрушающимися элементами) | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. | Основные методы испытания материалов. Методы неразрушающего контроля материалов, заготовок и деталей. Оптико-визуальные методы контроля. Акустические методы контроля. Капиллярный метод контроля. Электрические методы контроля. Магнитные методы контроля. Тепловые методы контроля. Радиационные методы контроля. Упрочнение поверхностным пластическим деформированием (ППД). Упрочнение химико-термическими и комбинированными способами обработки. Упрочнение конструкционных сталей термомеханической обработкой. Упрочнение деталей машин наплавкой. Упрочнение напылением на рабочие | 4 | 15-18 | 4 | 6 | | 10 | | | | + | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | поверхности деталей материалов с высокими эксплуатационными свойствами. Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей электролитическим способом материалов с высокими эксплуатационными способами. Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей химическим способом материалов с высокими эксплуатационными свойствами. Упрочнение нанесением эмалевых покрытий на рабочие поверхности деталей. Упрочнение покрытием рабочих поверхностей деталей пластмассами и специальными материалами | | | | | | | | | | | | | |
| **Всего за четвертый семестр** | | | 18 | 36 | | 54 | | | | 2 РГР | 1РЕФ | | + | |
| **Итого** | | | 18 | 36 | | 54 | | | | 2 РГР | 1РЕФ | | + | |

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

Направление: 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

профиль «Интеллектуальные системы управления транспортом»

Форма обучения: очная

Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Надежность механических и электронных систем

**Составители:**

**Ст. преподаватель Лукьянов М.Н.**

Москва, 2024 год

Таблица 1

# ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ИНДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВКА** | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенции** | **Форма оценочного средства** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | **знать:**<br>- Методы расчета на надежность узлов и агрегатов механических систем.<br>- Основные виды отказов и методы их предупреждения<br>**Уметь:**<br>- Оценивать надежность (по безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости) объектов, исходя их заданных нагрузок и условий эксплуатации;<br>- Определять отказы и применять методы их предупреждения<br>**владеть:**<br>- Навыками формулирования задач при производстве, модернизации и | Лекция, практическое занятие, лабораторная работа, самостоятельная работа | **К/Р**<br>**РГР**<br>**Э** | **Базовый уровень**<br>- способен проводить расчет надежности деталей и узлов машин, предупреждать отказы.<br>**Повышенный уровень**<br>- способен проводить расчет надежности деталей и узлов машин принимать меры по ее повышению, предупреждать отказы. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | эксплуатации новой техники и ее испытании, построения алгоритма их решения | | | |
| ПК-2 | Способен вести процесс разработки автотранспортных средств и их компонентов | **знать:**<br>- Критерии оценки надежности механических систем;<br>- Условия технической эксплуатации, виды отказов проектируемых объектов<br>**уметь:**<br>- Прогнозировать надежность объекта на стадии проектирования<br>**владеть:**<br>- Навыками оценки и прогнозирования надежности механических систем | Лекция, практическое занятие, лабораторная работа, самостоятельная работа | **К/Р**<br>**РГР**<br>**Э** | **Базовый уровень**<br>- способен прогнозировать надёжность механических систем<br>**Повышенный уровень**<br>- способен прогнозировать надёжность механических систем и принимать меры по ее повышению |

Приложение 2
к рабочей программе

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Надежность механических и электронных систем»**

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Реферат (Р) | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные подходы и даёт им собственную оценку. | Темы рефератов |
| 2 | Расчетно-графическая работа (РГР) | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом. | Пример задания для выполнения расчетно-графической работы |
| 3 | Экзамен (Экз) | Средство проведения промежуточной аттестации по результатам выполнения всех видов учебной работы в течении семестра с проставлением оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно» | Примеры экзаменационных билетов |

Приложение 3

# Пример экзаменационных билетов по курсу «Надежность механических и электронных систем»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина Надежность механических и электронных систем
Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Курс 4, семестр 7

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4.

1. Отказы – по происхождению, по изменению режима работы, по последствиям.
2. Испытания на усталость.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «___» _____ 2023 г., протокол № ____.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

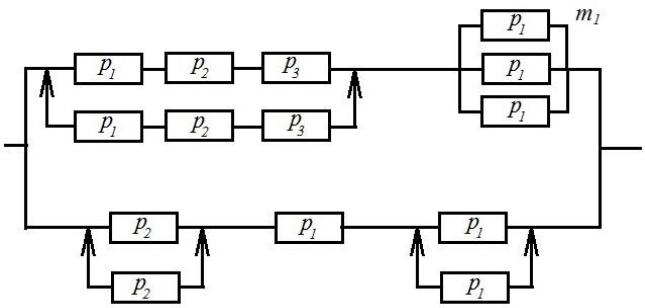
---

Перечень вопросов к экзамену

| **Вопросы к экзамену** | **Код компетенции** |
|---|---|
| Надежность машин как показатель их качества**.** Основная терминология – надежность, объект, элемент, наработка. | **УК-1, ПК-2** |
| Состояние объекта – исправное, неисправное, работоспособное, отказ, дефект. | **УК-1, ПК-2** |
| Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты, ремонтируемые и неремонтируемые объекты | **УК-1, ПК-2** |
| Отказы – по происхождению, по изменению режима работы, по последствиям | **УК-1, ПК-2** |
| Показатели надежности невосстанавливаемых объектов | **УК-1, ПК-2** |
| Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов | **УК-1, ПК-2** |
| Статистическое и вероятностное определение | **УК-1, ПК-2** |
| Показатели надежности восстанавливаемых объектов | **УК-1, ПК-2** |
| Расчет показателей безотказности – среднего типа отказов до заданной наработки, параметры потока отказов наработки, наработки на отказ | **УК-1, ПК-2** |
| Показатели долговечности – ресурс и срок службы и их разновидности | **УК-1, ПК-2** |
| Расчет показателей долговечности | **УК-1, ПК-2** |
| Ремонтопригодность и её основные показатели | **УК-1, ПК-2** |
| Расчет сохраняемости. Комплексные показатели надежности | **УК-1, ПК-2** |
| Необходимые предпосылки для объективного анализа причин | **УК-1, ПК-2** |

| | |
|---|---|
| отказов | |
| Последовательность работ при установлении причин отказов | **УК-1, ПК-2** |
| Основные причины отказов различных устройств – механических, гидравлических и пневматических, электрических, электронных и электротехнических; электрохимических | **УК-1, ПК-2** |
| Виды испытаний на надежность | **УК-1, ПК-2** |
| Определительные испытания | **УК-1, ПК-2** |
| Планы испытаний [NUN], [NUT], [NUr] | **УК-1, ПК-2** |
| Ускоренные испытания | **УК-1, ПК-2** |
| Контрольные испытания | **УК-1, ПК-2** |
| Экспериментальное определение ресурса узлов трения | **УК-1, ПК-2** |
| Научное планирование эксперимента | **УК-1, ПК-2** |
| Расчетно-экспериментальная оценка надежности по критериям работоспособности | **УК-1, ПК-2** |
| Испытания на усталость | **УК-1, ПК-2** |
| Методы расчета показателей надежности соединений деталей машин: с натягом, сварных и резьбовых по различным критериям | **УК-1, ПК-2** |
| Методы расчета показателей надежности опор качения и скольжения | **УК-1, ПК-2** |
| Методы расчета показателей надежности зубчатых передач на сопротивление контактной и изгибной усталости | **УК-1, ПК-2** |
| Методы расчета показателей надежности многопоточных передач и валов (осей) | **УК-1, ПК-2** |
| Методы расчета показателей надежности муфт и соединительных устройств | **УК-1, ПК-2** |
| Методы неразрушающего контроля материалов, заготовок и деталей | **УК-1, ПК-2** |
| Оптико-визуальные методы контроля | **УК-1, ПК-2** |
| Акустические методы контроля | **УК-1, ПК-2** |
| Капиллярный метод контроля | **УК-1, ПК-2** |
| Электрические методы контроля | **УК-1, ПК-2** |
| Магнитные методы контроля | **УК-1, ПК-2** |
| Тепловые методы контроля | **УК-1, ПК-2** |
| Радиационные методы контроля | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение поверхностным пластическим деформированием (ППД) | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение химико-термическими и комбинированными способами обработки | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение конструкционных сталей термомеханической обработкой | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение деталей машин наплавкой | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение напылением на рабочие поверхности деталей материалов с высокими эксплуатационными свойствами | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей электролитическим способом материалов с высокими эксплуатационными способами | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей химическим способом материалов с высокими эксплуатационными свойствами | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение нанесением эмалевых покрытий на рабочие поверхности деталей | **УК-1, ПК-2** |
| Упрочнение покрытием рабочих поверхностей деталей пластмассами и специальными материалами | **УК-1, ПК-2** |

## Пример экзаменационных задач
## (УК-1, ПК-2)

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>Для заданной схемы определить вероятность безотказной работы всей системы. Принять p1=0,92; p2=0,95; p3=0,93; p4=0,9; m1=2; m2=1/2; m3=2/3.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Соединение зубчатого колеса со сплошным валом диаметром d = 48 мм соответствует посадке H8/x8. Соединение нагружено вращающим моментом T, заданным случайной нормально распределенной величиной со средним значением  = 1050 Н м и коэффициентом вариации v = 0,12. Определить вероятность безотказной работы соединения по критерию прочности сцепления, если известно, что диаметр ступицы зубчатого колеса D = 85 мм, длина посадочной поверхности l = 60 мм, высота микронеровностей посадочных поверхностей Rz1 = 4 мкм, Rz2 = 6 мкм, модуль упругости материала (сталь) деталей E = 2,1x105 МПа, среднее значение и коэффициент вариации коэффициента трения соответственно равны  = 0,12, и uf = 0,1, коэффициент K, учитывающий уменьшение со временем давления, K = 1,5.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Система состоит из двух устройств. Вероятности безотказной работы каждого из устройств в течение 100 часов равны p1 = 0,95; p2 = 0,97. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа системы.</td>
</tr>
</table>

## Пример задания для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Надежность механических и электронных систем» для оценки компетенций (УК-1, ПК-2)

### Планы определительных испытаний

Для плана [*NUT*] определить такую продолжительность наблюдений *T* за 20 объектами, чтобы с односторонней доверительной вероятностью $P \leq 0{,}95$ относительная ошибка *d* в определении средней наработки до отказа не превышала 0,1. Наработка до отказа распределена нормально с коэффициентом вариации $\upsilon = 0{,}2$; предположительно средняя наработка до отказа $t_{ср} = 500$ ч.

Дополнительные исходные данные взять из таблицы.

**Объем наблюдений для плана [*N U T*] при нормальном распределении**

| *k* | ν | *N* для плана [*N U T*] при нормальном распределении | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | δ = 0,05 | | | δ = 0,1 | | | δ = 0,15 | | | δ = 0,2 | | |
| | | β | | | β | | | β | | | β | | |
| | | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,90 | 0,95 | 0,99 |
| 0,6 | 0,1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 0,2 | — | — | — | — | — | — | 100 | — | — | 500 | 800 | — |
| | 0,3 | 1000 | — | — | 315 | 500 | 1000 | 125 | 250 | 500 | 80 | 125 | 500 |
| 0,8 | 0,1 | — | — | — | 315 | 500 | 1000 | 125 | 200 | 400 | 80 | 125 | 250 |
| | 0,2 | 250 | 400 | 800 | 65 | 100 | 200 | 25 | 40 | 100 | 15 | 25 | 50 |
| | 0,3 | 250 | 400 | 800 | 65 | 100 | 200 | 32 | 50 | 100 | 15 | 25 | 50 |
| 0,9 | 0,1 | 65 | 100 | 200 | 15 | 25 | 50 | — | 10 | 20 | — | — | 13 |
| | 0,2 | 80 | 125 | 250 | 20 | 32 | 65 | — | 15 | 32 | — | — | 20 |
| | 0,3 | 150 | 250 | 500 | 40 | 65 | 125 | 15 | 25 | 50 | — | 13 | 32 |

Исходные данные для задания выбираются исходя из индивидуального варианта

**Примерные темы рефератов для оценки компетенций (УК-1, ПК-2)**

1. Оптико-визуальные методы контроля
2. Акустические методы контроля
3. Капиллярный метод контроля
4. Электрические методы контроля
5. Магнитные методы контроля
6. Тепловые методы контроля
7. Радиационные методы контроля
8. Упрочнение поверхностным пластическим деформирование (ППД)
9. Упрочнение химико-термическими и комбинированными способами обработки
10. Упрочнение конструкционных сталей термомеханической обработкой
11. Упрочнение деталей машин наплавкой
12. Упрочнение напылением на рабочие поверхности деталей материалов с высокими эксплуатационными свойствами
13. Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей электролитическим способом материалов с высокими эксплуатационными способами
14. Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей химическим способом материалов с высокими эксплуатационными свойствами
15. Ускоренные испытания
16. Контрольные испытания
17. Экспериментальное определение ресурса узлов трения
18. Отказы – по происхождению, по изменению режима работы, по последствиям
19. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов
20. Показатели надежности восстанавливаемых объектов
21. Показатели долговечности – ресурс и срок службы и их разновидности
22. Расчет показателей долговечности
23. Ремонтопригодность и её основные показатели
24. Расчет сохраняемости. Комплексные показатели надежности
25. Определительные испытания